22102075990

Med
K2884

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28133419

HOOFDZAKEN

UIT DE LEER VAN HET ZIEN DOOR DEN MICROSCOOP.

SEPT OBJETS

REGARDÉS AU MICROSCOPE.

10/57

HOOFDZAKEN

UIT DE LEER VAN HET ZIEN DOOR DEN MICROSCOOP,

MET BEHULP VAN ZEVEN OBJECTEN.

DOOR

D^R. E. GILTAY,
Leeraar in Plantkunde aan de Rijkslandbouwschool te Wageningen.

LEIDEN. — E. J. BRILL.
1890.

SEPT OBJETS

REGARDÉS AU MICROSCOPE.

EXPOSÉ DE QUELQUES PRINCIPES DE LA MICROSCOPIE.

PAR

E. GILTAY,
Docteur ès sciences, Professeur de botanique à l'école nationale d'agriculture de Wageningen. (Hollande).

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. welMOmec
Call No.

LEYDE. — E. J. BRILL.
1890.

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY
Coll. WellMOmec
Call No. QH

VOORWOORD.

Men kan op twee wijzen leeren zien door den microscoop, d. w. z. men kan op twee wijzen leeren, uit het microscopische beeld van een onbekend object, zooveel mogelijk omtrent den aard er van af te leiden.

Ten eerste door eenvoudig veel voorwerpen te bezien, en dan zijn waarnemingen met bestaande beschrijvingen der objecten te vergelijken; de ondervinding bewijst, dat men hierdoor althans op den duur opmerkt, wat er in de beelden van verschillende dier objecten gemeenschappelijks is, en dat men er bij leert, van welke eigenschappen der voorwerpen die bijzonderheden als de aanwijzers moeten worden beschouwd, al is 't ook, dat men in dit geval dikwijls 't verband tusschen 't beeld en den aard van 't object niet kan verklaren.

Ten tweede kan men de bijzonderheden, die bij vele objecten gemeenschappelijk worden waargenomen, bij enkele hiertoe uitgekozen voorwerpen uitvoeriger nagaan, en er zich rekenschap van geven, door welke eigenschappen van het object, en door welke eigenaardigheden van het microscopisch zien, die bijzonderheden worden teweeggebracht.

In de volgende bladzijden vindt men een poging om langs den laatsten weg op eenvoudige wijze de grondslagen voor het gestelde doel te leggen, en wel, naar ik mij voorstelde, onafhankelijk van den tak van microscopie, die later in het bijzonder zal worden beoefend.

Voorjaar '90. E. G.

AVANT-PROPOS.

Il y a deux méthodes d'apprendre à voir au moyen du microscope, c'est-à-dire d'apprendre à déduire, de l'image microscopique d'un objet inconnu, tout ce qui en découle par rapport à la nature de cet objet.

On peut, à la longue, en regardant un **grand nombre** d'objets, puis en comparant ce que l'on a vu avec des descriptions de ces objets déjà existantes, arriver à constater les traits communs aux images d'objets divers, et à apprendre de quelles propriétés des objets ces détails sont l'indication. L'expérience démontre que cela se peut, quoique souvent la connaissance purement empirique ainsi obtenue ne permette pas de se rendre compte des rapports entre l'image et la nature de l'objet, entre ce qu'on **voit** et ce qui **est**.

Mais on peut aussi, en étudiant de près dans quelques objets choisis les particularités qu'ils ont en commun avec un grand nombre d'autres, se rendre compte des propriétés des objets et des conditions de l'observation microscopique dont la combinaison produit ces particularités.

J'ai essayé dans ces pages de poser d'une manière simple les bases de l'application de la seconde méthode, indépendamment — du moins je me le suis figuré — des branches spéciales de la microscopie auxquelles on peut vouloir s'adonner.

Printemps de 1890. E. G.

INHOUD.

VOORWERP I.

KLEURSTREPEN IN VLAKKEN EVENWIJDIG AAN DE VOORWERPTAFEL.

Bladz.

§ 1. Praeparaat 2
" 2. Beeld 2
" 3. Opmerkingen omtrent het gezichtsveld 4
" 4. Omgekeerde stand van beeld en voorwerp 6

VOORWERP II.

MET ROET BEWALMDE GLASCYLINDER.

§ 5. Praeparaat 8
" 6. Beeld 8
" 7. Duiding van het waargenomene 10
" 8. Beteekenis van de geringe diepte van het veld voor het microscopisch zien. Optische doorsnede 10
" 9. Verschil in duidelijkheid van verschillende boven elkaar gelegen optische doorsneden 12

VOORWERP III.

ZETMEEL.

a. Aardappelmeel.

§ 10. Praeparaat 14
" 11 Beeld 14
" 12. Duiding van het waargenomene 16

b. Arrowroot.

" 13. Het schatten van de grootte der objecten door vergelijking met het gezichtsveld 20

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIER OBJET.

TRAITS COLORÉS SITUÉS DANS DES PLANS PARALLÈLES À LA PLATINE.

Page

§ 1. Préparation 3

" 2. Image 3

" 3. Remarques relatives au champ visuel 5

" 4. Renversement de l'image relativement à l'objet 7

DEUXIÈME OBJET.

CYLINDRE DE VERRE ENFUMÉ.

§ 5. Préparation 9

" 6. Image 9

" 7. Interprétation des faits observés 11

" 8. Importance du peu de profondeur du champ pour la vision microscopique. Coupe optique 11

" 9. Différence de netteté de diverses coupes optiques superposées 13

TROISIEME OBJET.

FÉCULE.

a. Fécule de pommes de terre.

§ 10. Préparation 15

" 11. Image 15

" 12. Interprétation des faits observés 17

b. Arrowroot.

" 13. Evaluation de la grandeur des objets effectuée en les comparant au champ visuel 21

VOORWERP IV.

LUCHTBELLEN.

Bladz.
§ 14. Praeparaat 22
" 15. Beeld 22
" 16. Duiding van het waargenomene 22
" 17. Verklaring van den donkeren rand in het beeld der luchtbel. Werking van den spiegel 24
" 18. Het beeld van bolvormige objecten in het algemeen 26
" 19. Lenswerking van luchtbellen en andere bolvormige lichamen 28
" 20. Nadere afleiding van den vorm van objecten, die beelden geven evenals luchtbellen 32

VOORWERP V.

MELK.

§ 21. Praeparaat 34
" 22. Beeld 34
" 23. Duiding van het waargenomene, slechts bekend onderstellende dat een druppel vocht zich onder den microscoop bevindt 34
" 24. Meten met behulp van den oculair-micrometer 36

VOORWERP VI.

COLLENCHYM.

§ 25. Praeparaat 38
" 26. Beeld met D gezien, en aanwijzing der celdeelen, die aan de onderdeelen van het beeld beantwoorden 40
" 27. Afleiding uit den gang der lichtstralen door een loodrecht op de voorwerptafel gericht recht prisma, hoe bij instelling voor de eindvlakken beelden verkregen kunnen worden, evenals bij de wanden van collenchym en bij de aangrenzende deelen der celholten worden waargenomen.
a. Bovenvlakte is instellingsvlak 42
b. Ondervlakte is instellingsvlak 46
" 28. Vrije gezichtsveld in de celholten. Beeld van smalle, minder brekende staande prisma's 48
" 29. Beeld der bovenvlakte met A gezien, bij verlichting met kegels van verschillende wijdte. Openingshoek. Condensor 48

QUATRIÈME OBJET.

BULLES D'AIR.

Page
§ 14. Préparation 23
" 15. Image 23
" 16. Interprétation des faits observés 23
" 17. Explication du bord foncé de l'image de la bulle d'air. Action du miroir 25
" 18. Images d'objets sphériques en général 27
" 19. Action lenticulaire des bulles d'air et d'autres corps sphériques .. 29
" 20. Autre manière de déduire la forme d'objets donnant des images analogues à celles des bulles d'air 33

CINQUIÈME OBJET.

LAIT.

§ 21. Préparation 35
" 22. Image 35
" 23. Interprétation des faits observés, dans l'hypothèse que l'observateur sait uniquement qu'il se trouve une goutte de liquide sous le microscope 35
" 24. Mesurage au moyen du micromètre oculaire 37

SIXIÈME OBJET.

COLLENCHYME.

§ 25. Préparation 39
" 26. Image obtenue avec l'objectif D. Indication des parties des cellules végétales qui répondent aux diverses parties de l'image.. 41
" 27. Démonstration, déduite de la marche des rayons qui traversent un prisme droit perpendiculaire à la platine, qu'en mettant au point pour les surfaces terminales, on peut obtenir des images semblables à celles que donnent les parois de collenchyme et les parties adjacentes de l'intérieur des cellules.
a. La surface supérieure est plan de mise au point 43
b. La surface inférieure est plan de mise au point 47
" 28. Champ visuel libre dans l'intérieur des cellules. Images de prismes verticaux, étroits, moins réfringents que le milieu 49
" 29. Image de la surface supérieure vue avec l'objectif A, avec un éclairage formé de cônes lumineux de largeurs diverses. Angle d'ouverture. Condensateur 49

VOORWERP VII.

DIFFRACTIE-PLAAT VAN ABBE.

§ 30. Beelden der diffractie-plaat bij verschillenden openingshoek 54
" 31. Verband tusschen openingshoek en vergrootend vermogen. Oplossend vermogen en wetten daaromtrent 58
" 32. Beelden van afzonderlijke kleine lichaampjes 62
" 33. Beteekenis van afgebogen licht voor den aard der beelden. Immersie-stelsels 62

SEPTIÈME OBJET.

PLAQUE A DIFFRACTION D'ABBE.

§ 30. Images de la plaque à diffraction obtenues avec des angles d'ouverture variés 55
" 31. Rapport entre l'angle d'ouverture et le pouvoir grossissant. Pouvoir résolvant et lois y relatives 59
" 32. Image de corpuscules isolés 63
" 33. Influence de la lumière déviée sur la nature des images. Systèmes à immersion 63

ALPHABETISCHE LIJST

VAN

IN DEN TEKST VERKLAARDE TECHNISCHE UITDRUKKINGEN.

Abbe (Diffractie-plaat van —); § 30, blz. 54.
Beeldpunt; § 17, blz. 24.
Condensor; § 29, blz. 52.
Diepte van het gezichtsveld; § 3, blz. 6.
Diffractie-plaat van Abbe; § 30, blz. 54.
Diffuus beeld; § 2, blz. 4.
Droog-systeem; § 33, blz. 66; blz. 60, noot.
Frontlens; § 29, blz. 52.
Gedifferentiëerd beeld; § 29, blz. 52.
Gezichtsveld, § 3, blz. 6.
" (Diepte van het —); § 3, blz. 6.
" (Het vrije —); § 26, blz. 40.
Homogene immersie; § 33, blz. 66.
Illuminator; § 29, blz. 52.
Immersie (Homogene —); § 33, blz. 66.
" -stelsel; § 33, blz. 66; blz. 60, noot.
Instellen (Hooger of lager —); § 2, blz. 4.
Lichtpunt; § 17, blz. 24.
Micrometer-oculair; § 24, blz. 38.
Micromillimeter; blz. 6, noot.
Micron; blz. 6, noot.
Object-micrometer; § 13, blz. 20.
Oculair-micrometer; § 24, blz. 36.
Onscherp beeld; § 2, blz. 4.
Openingshoek; § 29, blz. 50.
Oplossend vermogen; § 31, blz. 60.
Optische doorsnede; § 8, blz. 12.
Vrije gezichtsveld (Het —); § 26, blz. 40.
Waarde van één verdeeling van den micrometer; § 24, blz. 38.

LISTE ALPHABÉTIQUE

DES

EXPRESSIONS TECHNIQUES EXPLIQUÉES DANS LE TEXTE.

Abbe (Plaque à diffraction d'—); § 30, p. 55.
Angle d'ouverture; § 29, p. 51.
Champ visuel; § 3, p. 7.
" " (Profondeur du —); § 3, p. 7.
" " libre; § 26, p. 41.
Condensateur; § 29, p. 53.
Coupe optique; § 8, p. 13.
Différentiée (Image —); § 29, p. 53.
Diffuse (Image —); § 2, p. 5.
Illuminateur; § 29, p. 53.
Image différentiée; § 29, p. 53.
" diffuse; § 2, p. 5.
" d'un point lumineux; § 17, p. 25.
Immersion homogène; § 33, p. 67.
" (Système à —); § 33, p. 67; p. 61 en note.
Lentille frontale; § 29, p. 53.
Mettre au point; § 2, p. 5.
Micromètre objectif; § 13, p. 21.
" oculaire; § 24, p. 37.
" (Valeur d'une division du —); § 24, p. 39.
Micromillimètre; p. 7, en note.
Micron; p. 7, en note.
Objectif à immersion; § 32, p. 67; p. 61 en note.
" à sec; § 33, p. 67; p. 61 en note.
Oculaire micromètre; § 24, p. 39.
Ouverture (Angle d'—); § 29, p. 51.
Plaque à diffraction d'Abbe; § 30, p. 55.
Point lumineux; § 17, p. 25.
" (Mettre au —); § 2, p. 5.
Pouvoir résolvant; § 31, p. 61.
Profondeur du champ visuel; § 3, p. 7.
Système à immersion; § 33, p. 67; p. 61 en note.
" à sec; § 33, p. 67; p. 61 en note.
Valeur d'une division du micromètre; § 24, p. 39.

VOORWERP I.

Kleurstrepen in vlakken evenwijdig aan de voorwerptafel.

§ 1. PRAEPARAAT.

1. Trek met een fijne pen in 't midden op een voorwerpglaasje eenige smalle doch dikke strepen gewonen inkt, en wel met tusschenruimten van $\frac{1}{2}$—1 mM. ongeveer evenwijdig aan elkaar; breng op de tegenovergestelde zijde in rooden inkt dergelijke strepen aan, die de andere rechthoekig kruisen.

2. Doe geheel hetzelfde op een dekglaasje van gewone dikte ($\frac{1}{5}$—$\frac{1}{6}$ mM.), en leg dit als de strepen droog zijn op een voorwerpglaasje.

§ 2. BEELD.

Neem eerst object 1 en leg het, bijv. met de zwarte strepen naar onder gekeerd, op de voorwerptafel, gebruik objectief A [1]), en beperk met behulp van een diaphragma onder het object de lichthoeveelheid die dit treft een weinig. Stel den tubus zoo, dat de ondervlakte van het objectief minstens een paar centimeter van de voorwerptafel is verwijderd. Breng dan, in den microscoop ziende, den tubus langzaam omlaag; weldra zal men de strepen beginnen waar te nemen, en wel de hoogste 't eerst eenigszins duidelijk. Ga voort den tubus het object te doen naderen, van nu af met de micrometerschroef, totdat de

---

1) Deze en de meeste volgende beschrijvingen zijn gemaakt naar beelden, verkregen met de objectieven A en D en 't oculair 4 uit de fabriek van CARL ZEISS te Jena (agent J. C. Th. Marius te Utrecht). In plaats van deze stelsels zullen natuurlijk alle andere van goede fabrieken, die vergrootingen leveren van ongeveer 100 en 400, dezelfde diensten doen.

PREMIER OBJET.

Traits colorés situés dans des plans parallèles à la platine.

§ 1. PRÉPARATION.

1. Tracez, au moyen d'une plume fine, dans la partie centrale d'un porte-objet, avec de l'encre ordinaire, des traits épais mais peu larges, à peu près parallèles entre eux, éloignés d'un demi millimètre à un millimètre les uns des autres; tracez, à l'encre rouge, sur la face opposée, des traits semblables, mais perpendiculaires aux premiers.

2. Préparez absolument de la même manière un couvre-objet d'épaisseur ordinaire (de $\frac{1}{5}$ à $\frac{1}{6}$ de millimètre); laissez sécher l'encre, puis placez la lamelle sur un porte-objet.

§ 2. IMAGE.

Placez le premier objet sur la platine, si vous voulez avec les traits noirs en dessous, dirigez dessus l'objectif A[1]), et tempérez un peu, au moyen d'un diaphragme placé au dessous, la lumière qui vient frapper l'objet. Ajustez le tube de telle façon que la surface inférieure de l'objectif se trouve au moins à deux centimètres de la platine. Portez l'œil au microscope, puis abaissez peu à peu le tube; vous commencerez bientôt à distinguer les traits à l'encre, ceux de la surface supérieure les premiers un peu nettement. Continuez à abaisser le tube, faisant usage dès ce moment de la vis micrométrique, jus-

1) Cette description et la plupart de celles qui suivent sont faites d'après des images obtenues au moyen des objectifs A et D et de l'oculaire N°. 4 de Carl Zeiss à Jena. Naturellement on pourra se servir de tout autre système fourni par de bonnes fabriques, avec un grossissement d'environ 100 et 400.

hoogste strepen zoo duidelijk mogelijk zijn. Men ziet dan een nagenoeg plotselingen overgang van de tint van den ingedroogden inkt tot het vrijwel kleurlooze aangrenzende deel van het gezichtsveld. Brengt men van hieruit den tubus slechts een weinig naar boven of naar beneden, of, zooals de term luidt, *stelt men slechts een weinig hooger of lager in*, dan wordt de overgang aan de randen minder plotseling, zoodat deze er als uitgedoezeld uitzien; men noemt dan de randen *onscherp*, *diffuus* [1]). Bij scherpe instelling voor de randen der strepen ziet men meest daarbinnen niet overal dezelfde tint, maar op een meer gelijkmatig gekleurden grond, een groot aantal fijnere of grovere, soms helderder soms donkerder kleine vlekjes. Is men niet meer scherp ingesteld voor de randen, dan zijn deze vlekjes, tenzij ze zeer grof zijn, niet meer afzonderlijk zichtbaar. Wanneer nu evenals in 't laatste geval alle tintovergangen, die scherp kunnen worden gezien, uitgevloeid worden waargenomen, zegt men in 't algemeen van 't voorwerp *dat het onscherp wordt gezien*. Soms zijn de grenslijnen de eenige plaatsen die men scherp kan waarnemen, zoodat dan een diffuus beeld, een beeld met onscherpe grenzen beteekent.

Terwijl men de hoogere strepen scherp waarneemt, zijn de lagere ook wel zichtbaar, doch zeer diffuus. Stelt men den tubus lager, dan komen ten slotte deze in plaats van de hoogere scherp begrensd voor den dag.

Met behulp van de op 't dekglaasje getrokken strepen oefene men zich nader de scherpe instelling juist te onderscheiden. Als men met objectief A voor 't eene streepstelsel zoo scherp mogelijk is ingesteld, moet de mindere scherpte van het andere nog duidelijk zichtbaar zijn, ofschoon het verschil in scherpte veel minder is dan bij het eerste object.

§ 3. OPMERKINGEN OMTRENT HET GEZICHTSVELD.

De gezamenlijke lichtpunten onder het objectief, van welke men bij één instelling van den microscoop scherpe beelden op

1) Diffuus = uitgevloeid.

qu'à ce que les traits supérieurs aient atteint toute la netteté possible. Alors on verra presque subitement la couleur de l'encre sèche passer à la teinte à peu près incolore de la partie contiguë du champ visuel. Si on élève ou abaisse légèrement le tube, ou si, d'après le terme usité, *on met au point un peu plus haut ou un peu plus bas*, la transformation se fait moins subitement sur les bords des traits, de sorte que ceux-ci sont comme estompés; on appelle alors l'aspect des bords *diffus*. Quand les bords des traits sont bien marqués, l'intérieur ne présente d'ordinaire pas une teinte uniforme, mais on y voit apparaître, sur un fond assez uni, un grand nombre de petites taches plus ou moins foncées et de dimensions diverses. Si l'on change la mise au point de façon à ce que les bords des traits ne soient plus nettement tranchés, ces taches n'apparaissent plus distinctement à moins qu'elles ne soient fort grosses. Quand la mise au point est telle que toutes les teintes susceptibles de se présenter tranchées passent insensiblement de l'une à l'autre, on appelle *diffuse* la vue générale de l'objet. Parfois il n'y a de nettement discernables que les lignes qui limitent l'image; alors une image diffuse est une image dont les limites ne sont pas tranchées.

Quand on distingue nettement les traits de la surface supérieure du porte-objet, les traits de la surface inférieure sont visibles, mais très diffus. En abaissant le tube on arriverait à faire nettement apparaître ces derniers à la place des autres.

On peut s'exercer, au moyen des traits tracés sur le couvre-objet, à déterminer exactement la mise au point. Quand cette mise donne, avec l'objectif A, la vue la plus tranchée possible d'un des groupes de traits, l'autre groupe doit être moins tranché, mais la différence de netteté entre les deux est beaucoup moindre fortement que dans l'expérience faite avec le porte-objet.

§ 3. REMARQUES RELATIVES AU CHAMP VISUEL.

L'ensemble des points lumineux sous l'objectif qui, pour une mise au point donnée, produisent sur la rétine des images tranchées,

het netvlies ontvangt, vormen het **gezichtsveld**. In een richting evenwijdig aan de voorwerptafel ziet men het kringvormig begrensd, in een richting loodrecht hierop blijkt de afmeting er van gering te zijn: bij gebruik van A nog niet zoo groot als de dikte van het dekglaasje bedraagt, want bij één instelling kan men de twee streepstelsels niet gelijktijdig scherp zien.

De **diepte van het gezichtsveld** is bij een ongewapend, normaal, niet zeer oud oog oneindig groot: de *kleinste afstand van duidelijk zien* bedraagt daarbij immers slechts één (ongeveer) tot eenige decimeters (afhankelijk van den leeftijd), terwijl tevens op iederen grooten afstand een voorwerp scherp wordt gezien, als dit slechts uitgebreid genoeg is, en voldoende lichtsterkte bezit. Wordt echter het oog met een loupe of microscoop gewapend, dan wordt de diepte, die met behulp der accommodatie kan worden doorzien, geringer, naarmate het optische werktuig meer vergroot. Bij sterke microscoopstelsels bedraagt de diepte van het veld nog slechts enkele micromillimeters [1]) of zelfs nog minder. Dat werkelijk het sterkere objectief D een minder diep gezichtsveld heeft dan A, blijkt dadelijk, door ook met eerstgenoemd systeem voor één der beide streepstelsels op het dekglaasje in te stellen; men ziet het andere streepstelsel dan minder duidelijk, als wanneer A wordt gebezigd.

§ 4. OMGEKEERDE STAND VAN BEELD EN VOORWERP.

Bij verschuiving van het voorwerpglaasje ziet men het beeld zich in tegenovergestelden zin bewegen. Dit is een gevolg daarvan, dat de punten van het door den microscoop ontworpen beeld zich aan een zijde van het midden van 't beeld van het gezichtsveld bevinden, welke juist het tegenovergestelde is van de plaats, die de voorwerppunten in het werkelijke gezichtsveld met betrekking tot het centrum van dit laatste innemen. Ziet men dus een punt links van het midden van het veld, dan ligt het in werkelijkheid rechts er van, zoodat men het voorwerpglaasje naar links moet bewegen, om het bewuste objectdeel midden in het veld te brengen.

---

1) 1 micromillimeter = 1 mmM. = 1 micron = 1 μ = $\frac{1}{1000}$ mM.

constitue le **champ visuel**. Il est limité circulairement dans le sens parallèle à la platine; verticalement à la platine, il a peu d'étendue; si on emploie l'objectif A, cette profondeur n'égale pas même l'épaisseur du couvre-objet, puisqu'on ne peut pas apercevoir distinctement avec la même mise au point les deux groupes de traits.

Pour l'œil nu, quand il est normal et non encore atteint par l'âge, la **profondeur du champ visuel** est infinie; en effet, passé *la plus petite distance de vision distincte*, qui varie suivant les âges d'environ un à quelques décimètres, les objets sont clairement discernables à quelque distance que ce soit, pourvu qu'ils soient assez étendus et suffisamment éclairés. Si, en revanche, l'œil s'arme d'une loupe ou d'un microscope, la profondeur que, grâce à l'accommodation, la vue pourrait sonder, diminue en proportion du grossissement produit par l'instrument optique. Avec les microscopes très grossissants, la profondeur du champ visuel se réduit à quelques micromillimètres [1]), même à moins. On s'aperçoit aisément que le champ visuel est moins profond avec l'objectif D qu'avec l'objectif A, dont le grossissement est plus faible. En effet, si l'on met le premier de ces deux au point pour un des groupes de traits du couvre-objet, on apercevra l'autre groupe moins distinctement qu'avec l'objectif A.

§ 4. RENVERSEMENT DE L'IMAGE RELATIVEMENT A L'OBJET.

Si l'on pousse l'objet observé, on voit l'image se déplacer dans le sens opposé. Cela vient de ce que chaque point de l'image projetée par le microscope occupe, par rapport au centre de l'image du champ visuel, une place exactement opposée à celle que le point correspondant de l'objet observé occupe par rapport au centre du champ visuel réel. Si donc on voit un point à gauche du centre du champ visuel, c'est que le point réel d'où provient cette vue est à droite, et si l'on veut amener ce point au milieu du champ, il faut déplacer le porte-objet de droite à gauche.

---

1) Le micromillimètre est un millième de millimètre; il se note 1 mmM., 1 micron, 1 μ, $\frac{1}{1000}$ mM.

VOORWERP II.

Met roet bewalmde glascylinder.

§ 5. PRAEPARAAT.

Trek een dun roerstaafje in een vlam zeer fijn uit. Breek den glasdraad op ongeveer 1 dM. afstand van één der dik gebleven stukken door. Neem dit laatste tusschen duim en wijsvinger, en beweeg 't dunner deel een paar malen al draaiend door een kaarsvlam, zoodat de oppervlakte er van rondom gelijkmatig en niet al te sterk wordt beroet; doe dit zoo snel, dat de glasdraad niet smelt of buigt. Breek dan met een pincet een paar, liefst niet even sterk beroete stukjes van den glasdraad af, en breng deze in kruidnagelolie tusschen object- en dekglas.

§ 6. BEELD.

1e met A. Met behulp van de stelschroef wordt gemakkelijk een instelling gevonden, waarbij men een donkeren band ziet, welke volgens twee evenwijdige lijnen aan het verder gelijkmatig verlichte veld grenst. Deze band is bruin van kleur, in 't midden 't helderst, en wordt naar de grenslijnen toe steeds donkerder. Stelt men hooger of lager in, dan naderen de grenslijnen elkaar en worden tevens onscherp.

2e met D. De bruine band neemt nu een veel grooter deel van het veld in; wanneer het roerstaafje goed is uitgetrokken, is toch de breedte er van niet veel grooter dan de straal van het gezichtsveld. We stellen eerst weer zoo in, dat de grenzen zoo scherp mogelijk zijn. Langzaam brengen we den tubus hooger. De grenzen naderen elkaar weer en worden diffuus. Weldra worden nu in den band lichte en donkere streepjes, puntjes en anders gevormde vlekjes zichtbaar, en wel eerst in twee smalle stroken, op korten afstand van elke grenslijn van den band één; naarmate men hooger instelt naderen deze

DEUXIÈME OBJET.

Cylindre de verre enfumé.

§ 5. PRÉPARATION.

Etirez à la flamme une baguette de verre jusqu'à une très grande finesse. Brisez le fil de verre à un décimètre environ de la partie de la baguette qui a conservée son épaisseur. Tenant celle-ci entre le pouce et l'index, vous exposerez la partie fine à la flamme d'une bougie pour l'enfumer, cela en y imprimant un mouvement de rotation, afin que la fumée se dépose également sur le verre; il n'en faut pas une grande épaisseur. En outre, l'opération doit se faire assez rapidement pour que le fil de verre ne se fonde ou ne se courbe pas. Brisez avec une pincette une couple de morceaux du fil et placez les dans de l'huile de girofle entre le porte-objet et le couvre-objet. Il sera bon que ces morceaux soient plus enfumés l'un que l'autre.

§ 6. IMAGE.

1° Avec l'objectif A. A l'aide de la vis on trouvera aisément une mise au point qui fera apercevoir un ruban foncé séparé par deux lignes parallèles du reste du champ, qui est éclairé uniformément. Ce ruban est brun; la nuance est plus claire au milieu et devient plus foncée en se rapprochant des bords. Si on élève ou abaisse le tube, les bords du ruban se rapprochent et deviennent en même temps diffus.

2° Avec l'objectif D. Le ruban brun occupe maintenant une beaucoup plus grande place dans le champ visuel; si la baguette de verre a été bien étirée, sa largeur ne dépasse pourtant guère le rayon du champ. Nous mettons au point de façon à ce que les limites de l'image soient aussi tranchées que possible. Nous remontons lentement le tube, et peu à peu les bords du ruban se rapprochent et deviennent diffus. Bientôt apparaissent dans le ruban des raies claires et foncées, des points et autres petites taches. Elles sont au commencement formées en deux rangs étroits, dont chacun suit un des bords du ruban. A mesure qu'on exhausse le tube, ces deux rangées se rapprochent, pour finir par

stroken elkaar en versmelten eindelijk in 't midden van den band. Nog hooger instellende ziet men niets meer scherp.

Wanneer men van de instelling uitgaat, waarbij de grenzen scherp zijn, en dan den tubus lager brengt, neemt men achtereenvolgens 't zelfde waar als bij hooger instelling, met dit verschil alleen, dat nu de vlekjes minder scherp zijn.

Met A is het hier beschrevene omtrent vlekjes-structuur ook reeds eenigermate zichtbaar in den regel.

§ 7. DUIDING VAN HET WAARGENOMENE.

We onderstellen eerst dat we niet wisten, welk object we onder den microscoop hadden gebracht, en stellen ons de vraag uit de beelden af te leiden, welken vorm 't vlak bezit, waarin zich de structuur bevindt, die de beschreven vlekjes deed zien.

Teneinde het voornaamste deel van het antwoord te vinden — waarmede we hier willen volstaan — hebben we niets anders te doen dan in gedachte de deelen der achtereenvolgende instellingsvlakken, waarin we de bedoelde vlekjes zagen, tot een geheel te vereenigen. We krijgen dan een cylindrisch vlak, waarvan de deelen boven en beneden het instellingsvlak, waarbij het beeld in grootsten omtrek scherp werd gezien, vrij wel gelijk zijn; wellicht heeft men dus het ronde oppervlak van een rechten cirkelvormigen cylinder.

Klaarblijkelijk wordt de vlekjes-structuur veroorzaakt door roetdeeltjes, die zich om 't cylindrisch glasdraadje hebben afgezet.

§ 8. BETEEKENIS VAN DE GERINGE DIEPTE VAN HET VELD VOOR HET MICROSCOPISCH ZIEN. OPTISCHE DOORSNEDE.

In het pas waargenomene hebben we een uitmuntend voorbeeld om in te zien, dat de geringe diepte, die het veld bij sterker vergrooting heeft, geen nadeel, maar een groot voordeel voor het zien door den microscoop is. Men wordt er immers door in staat gesteld nauwkeurig waar te nemen, hoe de verschillende deelen van het object die bij achtereenvolgende instellingen afzonderlijk worden gezien, met betrekking tot elkaar gelegen zijn, zoodat men de opeenvolgende waarnemingen in zijn voorstelling tot één geheel kan samenstellen.

se confondre ensemble au milieu du ruban. Si on relève encore le tube, rien n'est plus tranché.

Si, commençant par la mise au point à laquelle les bords sont tranchés, on abaisse progressivement le tube, on fera les mêmes observations qu'en le remontant, avec la différence que les taches seront moins nettes.

D'ordinaire l'objectif A permet déjà d'observer en quelque mesure ce qui vient d'être dit des taches.

§ 7. INTERPRÉTATION DES FAITS OBSERVÉS.

Supposons que nous ignorions quel objet avait été placé sous le microscope, et cherchons à déduire des images perçues quelle est la forme du plan où se trouve la structure faisant apercevoir les taches.

La partie essentielle de la réponse — et nous n'allons ici pas plus loin — se trouvera en réunissant en un tout par la pensée les parties des plans de nos mises au point successives où nous avons discerné nos taches. Nous obtenons ainsi un plan de cylindre, dont les parties situées au dessus et au dessous du plan de la mise au point qui donne l'image tranchée avec la plus grande périphérie, ne diffèrent guère entre elles; donc le plan de cylindre est peut-être circulaire droit.

Evidemment la formation des taches est occasionnée par des particules de fumée qui se sont déposées sur le fil de verre.

§ 8. IMPORTANCE DU PEU DE PROFONDEUR DU CHAMP POUR LA VISION MICROSCOPIQUE. COUPE OPTIQUE.

Les observations qui précèdent font voir que le peu de profondeur que le champ atteint lorsque le grossissement est considérable, bien loin d'être un désavantage, se trouve très utile à la vision microscopique. Chaque mise au point différente permettant d'observer une partie spéciale de l'objet étudié, indépendamment des autres parties, l'observateur est à même de se rendre compte exactement de la situation de ces parties relativement l'une à l'autre, et aussi de tirer des observations successives qu'il a faites, une conception de l'objet dans son ensemble.

Zag men de geheele op de bovenste cylinderhelft voorhanden vlekjes-structuur bij één instelling scherp, dan zou men bijv. even goed kunnen meenen, dat de vlekjes in een plat vlak evenwijdig aan de voorwerptafel voorhanden waren.

Wanneer een voorwerp dikker is dan de gezichtsveldsdiepte van het microscoopstelsel, waarmeê het wordt bezien, dan wordt dus als 't ware langs optischen weg een stuk uit 't voorwerp afgezonderd, er uitgesneden; zulk een deel van het object noemt men daarom een **optische doorsnede** er van.

§ 9. VERSCHIL IN DUIDELIJKHEID VAN VERSCHILLENDE BOVEN ELKAAR GELEGEN OPTISCHE DOORSNEDEN.

Verschillende optische doorsneden van een zelfde voorwerp zijn niet altijd even scherp; we zagen in 't pas besproken object de vlekjes van de bovenste cylinderhelft veel duidelijker dan die van de onderste. In 't algemeen zijn objectdeelen, die boven 't vlak van instelling liggen, eer hinderlijk voor de waarneming, dan deelen die er onder voorhanden zijn, wat ook begrijpelijk is. Immers voor 't juist waarnemen van een bepaalde laag is 't wenschelijk dat de lichtrangschikking die daar optreedt, door er boven gelegen deelen niet meer wordt gestoord, dat dus lichtstralen, die in 't netvlies in één punt samenkomen, ook van één punt van 't instellingsvlak afkomstig zijn, en dit zal niet 't geval zijn, als zich boven 't vlak van instelling een structuur bevindt, die op onregelmatige wijze het licht verstrooit. Dat echter onder 't instellingsvlak gelegen deelen veel minder spoedig hinderen, kan als volgt worden ingezien. Stellen wij nog eens voor de hoogste roetdeeltjes scherp in, en brengen dan met de micrometerschroef 't optische stelsel zeer langzaam omhoog. Vlak boven de eerste instelling zien we de structuur nog eenigszins; in het nieuwe instellingsvlak gaat dus van verschillende punten nog in verschillende mate licht uit. Zeer spoedig echter zien we er niets meer van, en is het veld boven den glasdraad vrij wel gelijkmatig verlicht,

Si, par exemple, le système de taches qui se trouvent sur la moitié supérieure du cylindre était nettement visible tout entier à une mise au point donnée, on pourrait ignorer que ces taches se trouvent sur un cylindre, et se figurer qu'elles existent sur un plan parallèle à la platine.

Lorsque l'épaisseur d'un objet dépasse la profondeur du champ visuel du microscope que l'on emploie, la mise au point de celui-ci détache optiquement une tranche de l'objet et la sépare du reste. La partie de l'objet ainsi isolée se nomme une **coupe optique**.

§ 9. DIFFÉRENCE DE NETTETÉ DE DIVERSES COUPES OPTIQUES SUPERPOSÉES.

Les diverses coupes optiques d'un objet n'ont pas toujours la même netteté; on l'a vu dans l'exemple du cylindre, dont les taches situées sur la convexité supérieure se montrent beaucoup plus tranchées que les autres. En général, les parties d'un objet situées au-dessus du plan de la mise au point entravent l'observation plus que celles qui sont situées au dessous. Cela se comprend. En effet, on observera d'autant mieux une couche quelconque que la distribution de la lumière qui y règne sera moins troublée par les parties de l'objet situées au dessus; en d'autres termes, il est désirable que les rayons lumineux qui se réunissent en un seul point de la rétine soient aussi partis d'un seul point du plan de la mise au point, et cela n'aura pas lieu s'il existe au dessus de ce plan des parties qui répartissent irrégulièrement la lumière. En revanche, les parties situées au dessous de ce plan troublent bien moins, et voici comment; si nous mettons au point pour obtenir la vision tranchée des particules de suie placées le plus haut, et si ensuite, au moyen de la vis micrométrique, nous élevons très lentement le tube, nous distinguerons encore vaguement notre système de taches au premier très faible surélèvement de la mise au point; donc il y a encore différenciation de l'intensité de la lumière qui part des différents points de notre nouveau plan de mise au point; mais à peine un peu plus haut, nous ne distinguons plus rien; le champ situé au dessus du cylindre de verre apparaît éclairé

hoewel minder sterk dan terzij er van. Zoodra dit het geval is, zou een in 't nieuwe instellingsvlak voorhanden structuur even scherp worden gezien met de andere structuur er onder, als wanneer ze geheel vrij lag. Door invloed van 't lager voorhandene zou alleen 't beeld van 't hoogere lichtzwakker worden, en in de kleur getint zijn van 't licht, dat door de diepere laag in de grootste hoeveelheid doorgelaten wordt.

Iets dergelijks als het hier beschrevene voor het microscopisch zien heeft men in het dagelijksch leven, wanneer bij beslagen ruiten niet goed naar buiten kan worden gezien, doch het inwendige van het vertrek scherp kan worden waargenomen.

VOORWERP III.

Zetmeel.

a. *Aardappelmeel.*

§ 10. PRAEPARAAT.

Breng wat aardappelmeel in een druppel water tusschen object- en dekglas. Bezie met D.

§ 11. BEELD.

In het overigens gelijkmatig verlichte veld zien wij vlekjes, die bij bepaalde instelling scherp begrensd zijn, en zich dan rondachtig, of min of meer regelmatig elliptisch tot eivormig van omtrek voordoen. Ze zijn grootendeels vrij helder, alleen dicht bij de randen iets donkerder; verder neemt men er in den regel strepen van verschillende lichtsterkte in waar, waarvan de buitenste ongeveer evenwijdig loopen aan den omtrek, terwijl de binnenste een zeer klein excentrisch gelegen deel, de zoog. *kern*, omgeven. De streping is 't beste zichtbaar tusschen de kern en 't verst afgelegen deel van den omtrek van 't vlekje; aan den tegenovergestelden kant is ze soms geheel on-

d'une manière presque uniforme, quoique moins intense qu'à côté du cylindre. Par conséquent, si dans la place ainsi éclairée se trouvait quelque objet, on en aurait une vision aussi nette que s'il n'y avait rien au dessous; toute l'influence de ce qui serait dessous consisterait à diminuer l'intensité de la lumière de l'image supérieure, et à en modifier la nuance par celle de la lumière traversant en majeure partie la couche inférieure.

On peut comparer ce qui se passe ainsi dans la vision microscopique avec ce que l'on observe pour la vision ordinaire, quand, par exemple, les vitres d'une chambre étant troubles on distingue mal ce qui est au dehors, quoique l'intérieur de l'appartement apparaisse avec netteté.

TROISIÈME OBJET.

Fécule.

a. *Fécule de pommes de terre.*

§ 10. PRÉPARATION.

Placez un peu de fécule de pommes de terre dans une goutte d'eau entre le porte-objet et le couvre-objet. Observez avec l'objectif D.

§ 11. IMAGE.

Nous découvrons, dans un champ uniformément éclairé, des taches, qu'une mise au point convenable montrera tranchées, et qui alors apparaîtront rondes ou plus ou moins régulièrement elliptiques, jusqu'à l'ovale. Ces taches sont en majeure partie fort claires, et deviennent un peu plus foncées vers les bords; en outre on y observe d'ordinaire des raies d'intensités lumineuses diverses, dont les extérieures suivent à peu près parallèlement le bord de la tache, et les autres entourent une très petite partie intérieure excentrique, appelée le *noyau*. On distingue les raies le mieux entre le noyau et la partie de la circonférence de la tache qui en est le plus éloignée; de l'autre

zichtbaar. Sommige strepen zijn meer, andere minder duidelijk; om de andere ziet men ze bij geschikte instelling in eenigszins roodachtige tint. Van de kern gaan somtijds rechte of zwak gebogen strepen uit, die bij de kern zelf 't breedst zijn, en dezelfde roodachtige tint kunnen vertoonen als een gedeelte der met de kern concentrische strepingen.

§ 12. DUIDING VAN HET WAARGENOMENE.

Klaarblijkelijk zijn de vlekjes beelden van afzonderlijke deeltjes van het in den waterdruppel gebrachte poeder. Trachten we eerst den vorm dier deeltjes te vinden, en dan den aard der met de kern concentrische streping te bepalen.

Vorm. Wanneer we de vlekjes scherp begrensd zien, kunnen we de stelschroef niet of bijna niet verplaatsen of de scherpe grenslijnen verdwijnen. Het schijnt hierdoor wel of we dunne schijfvormige lichamen vóór ons hebben. Teneinde dit nader te onderzoeken willen we trachten ze van verschillende zijden te bezien.

Door met een praepareernaald zijdelings tegen en op het dekglas te drukken, trachten we in de vloeistof een strooming te brengen, die sterk genoeg is om de korreltjes te doen wentelen, doch niet zoo sterk, dat we de beweging er van niet meer met 't oog kunnen volgen. Wanneer onder 't dekglas niet al te weinig water is, zal 't met eenig geduld gelukken, korrels bij haar beweging te zien veranderen van omtrek, ten bewijze dat ze niet eenvoudig voortschuiven, maar zich wentelend verplaatsen. We nemen hierbij spoedig waar, dat onze eerste meening omtrent den vorm der korrels niet juist is; in geen richting zijn ze sterk afgeplat.

Bij het vorige object konden we uit verschillende instelling den vorm afleiden van het vlak, waarin zich de vlekjes-structuur bevindt. Hier kunnen we door hetzelfde middel den vorm van het grensvlak der zetmeelkorrels niet vinden. Weldra komen we hierop terug.

côté, elles sont parfois tout à fait invisibles. Ces raies sont plus distinctes les unes que les autres; en choisissant bien la mise au point, on pourra constater que de deux en deux il y en a une de couleur rougeâtre. Quelquefois il se détache du noyau des raies droites ou faiblement infléchies, plus larges à la base que plus loin et offrant la même teinte rougeâtre que quelques-unes des raies concentriques au noyau.

§ 12. INTERPRÉTATION DES FAITS OBSERVÉS.

Les taches sont évidemment les images des particules de la poudre déposée dans l'eau. Tâchons premièrement de déterminer la forme de ces particules, pour ensuite rechercher la nature des raies concentriques au noyau.

La forme. Notre microscope mis au point auquel la circonférence des taches est bien tranchée, un imperceptible mouvement imprimé à la vis micrométrique suffit à détruire cette netteté. Il semble que nous avons donc sous le regard des disques très minces. Pour nous en assurer, essayons de les regarder de plus d'un côté.

Exerçons au moyen d'une aiguille à préparations une pression sur les côtés et sur le haut du couvre-objet, afin d'occasionner dans le liquide des courants assez forts pour faire tournoyer les corpuscules, mais sans exagérer le mouvement, de peur que l'œil ne puisse plus le suivre. Pourvu qu'il y ait suffisamment d'eau sous le couvre-objet, on parviendra, avec un peu de patience, à voir des particules de fécule, en se mouvant, changer de forme apparente; ce qui prouve que, non seulement elles se déplacent, mais encore basculent. Bientôt nous constaterons que notre première hypothèse n'était pas fondée; ces corpuscules ne se montrent fortement aplatis dans aucun sens.

Pour l'objet qui a précédé, différentes mises au point successives ont permis de constater la forme du plan dans lequel se trouve le système de taches. Ici, le même moyen est impuissant pour aider à déterminer la forme du plan de la circonférence des particules de fécule. Nous reviendrons bientôt là-dessus.

Streping. Deze zou een gevolg kunnen zijn van oppervlakkige en van inwendige structuur der korrels.

We bezien nog eens een korrel van verschillende zijden, en letten hierbij bijzonder op de streping. Bij een zelfde korrel neemt men deze steeds op dezelfde manier waar. Hieruit blijkt dat de streping geen gevolg kan zijn van oppervlakkige structuur, doch dat we moeten aannemen, dat de korrels uit om de kern gelegen, mantelvormig elkaar omhullende lagen bestaan, die zich ten opzichte van het licht verschillend gedragen, en zich daardoor in optische doorsnede als verschillend getinte strepen voordoen. Dat de korrels doorzichtig genoeg zijn om het waarnemen van inwendige structuur mogelijk te maken, blijkt nader, als men een plek in het praeparaat heeft, waar de korrels een weinig opgehoopt zijn; men kan dan diepere lagen waarnemen door hoogere heen.

Nu we weten dat de streping het beeld van inwendige structuur is, wordt ons nader duidelijk, waarom we bij dit object den juisten vorm niet door opeenvolgende optische doorsneden konden bepalen; de oorzaak is, dat de oppervlakte er van geen afzonderlijk waarneembare teekening bezit. De eenige grenslijn, die ons een korreloppervlakte levert, treedt op, als 't instellingsvlak door dat deel gaat, waar de korrel in de richting evenwijdig aan de voorwerptafel 't uitgebreidst is; we zien dan scherp begrensd de plaats, waar de korrel zijdelings aan het verdere gezichtsveld grenst.

Brengt men een dergelijken glasdraad, als bij voorwerp II diende, onberoet onder den microscoop, dan kan evenmin als bij zetmeelkorrels de aard van 't oppervlak uit verschillende optische doorsneden worden afgeleid.

b. *Arrowroot.*

Evenals van aardappelmeel make men nog een praeparaat van *Canna-* of *Curcuma*-arrowroot. Het beeld er van stemt in hoofdzaak met dat van aardappelzetmeel overeen, alleen zijn de strepen duidelijker, en ziet men ook verschillende korrels met een omtreklijn, die in één richting veel uitgestrekter is, dan in een andere loodrecht daarop. Misschien heeft men bij

Les raies. Elles peuvent provenir soit de la structure superficielle, soit de la structure intérieure des corpuscules.

Observons de nouveau un de ces grains de fécule de différents côtés, en nous attachant cette fois spécialement à l'examen des raies. Celles-ci se présentent constamment de la même manière dans un même grain. Elles ne proviennent donc pas de la structure superficielle, et, au contraire, il faut admettre que le grain consiste en une série de couches concentriques environnant le noyau, qui se comportent de différentes manières par rapport à la lumière, et qui par conséquent se présentent par coupes optiques comme autant de raies de teintes diverses. Un fait démontre en outre que ces grains sont assez transparents pour permettre d'en observer la structure intérieure; c'est que, s'il s'en trouve quelques uns amoncelés dans un coin de la préparation, on peut observer les couches inférieures de l'amas à travers les couches supérieures.

Sachant maintenant que les raies sont l'image de la structure intérieure des corpuscules, on comprend pourquoi, pour cet objet-ci, une succession de coupes optiques ne pouvait pas servir à en déterminer la forme. C'est que la surface du grain n'a pas de dessin observable en lui-même. La seule limite que cette surface présente à notre observation se manifeste lorsque le plan de la mise au point passe par la partie du grain qui est la plus large dans le sens parallèle à la platine; dans ce cas, on distingue nettement tranchée la ligne de contact du grain avec le reste du champ visuel.

Si l'on plaçait sous le microscope un morceau cylindrique de verre, comme dans notre seconde expérience, mais sans l'enfumer, on ne pourrait pas davantage déterminer la forme de la surface de cet objet, au moyen de coupes optiques, que cela ne se peut pour un grain de fécule.

b. *Arrowroot.*

Faites avec de l'arrowroot provenant d'espèces de *Canna* ou de *Curcuma* une préparation semblable à celle de la fécule de pommes de terre. L'image en est très analogue à celle de cette dernière, seulement les raies sont plus distinctes, et

deze laatste te doen met meer staafvormige korrels, misschien ook met schijfvormige, die op een kant liggen. Een geringe druk op 't dekglas is in den regel voldoende, om thans zeer gemakkelijk de grenslijn van dergelijke korrels te zien veranderen, en wel zoo, dat men met zeer afgeplatte korrels te maken blijkt te hebben. Let men hierbij op de streping, dan neemt men eveneens gemakkelijk waar, dat de korrels van verschillende kanten gezien deze teekening op dezelfde wijze vertoonen.

§ 13. HET SCHATTEN VAN DE GROOTTE DER OBJECTEN DOOR VERGELIJKING MET HET GEZICHTSVELD.

Bij verschillende objecten, o. a. bij zetmeelkorrels, is het dikwijls van belang bepaalde afmetingen te leeren kennen. Voorloopig bepalen wij er ons toe na te gaan, hoe deze in 't ruwe kunnen worden geschat.

Wanneer wij in onze gewone omgeving een onbekend voorwerp zien, hebben wij terstond eenige voorstelling van de afmetingen er van, want wij nemen het waar onmiddellijk naast voorwerpen of afstanden, die wij reeds kennen.

Ook bij het zien door den microscoop kan natuurlijk eenig denkbeeld van afmetingen der objecten worden verkregen, wanneer een andere gelijktijdig waargenomen afmeting in de omgeving reeds bekend is. Voor deze laatste kan het gemakkelijkst de middellijn van het gezichtsveld worden gekozen.

Den diameter van het gezichtsveld bepaalt men, door als object een geschikt voorwerp van reeds bekende grootte te bezigen, en wel liefst een zoog. **object-micrometer**, dat is een doorzichtig plaatje, waarop op onderling gelijke afstanden (meest van $\frac{1}{100}$ mM.) strepen zijn aangebracht. Het is goed eens voor altijd den diameter van het veld van zijn verschillende objectieven en oculairen te bepalen, en zich voor de meest gebruikte van deze, de gevonden waarden in afgeronde getallen in het geheugen te prenten. Men bedenke hierbij, dat de grootte van het veld afhankelijk is van de tubus-lengte, dus van de mate waarin de tubus uit- of ingeschoven is.

l'on observe des grains dont la circonférence est beaucoup plus grande dans un sens que dans le sens perpendiculaire au premier. Il se pourrait que cette apparence provînt, ou bien de ce que ces grains ont une forme analogue à des barres, ou bien de ce que ce sont des disques se présentant par la tranche. Une faible pression exercée sur le couvre-objet sera d'ordinaire suffisante pour faire se modifier la périphérie de l'image, et ainsi démontrer qu'il s'agit de grains très aplatis. Si l'on porte son attention sur les rayures, on constatera aisément aussi que ce dessin se présente de la même manière, de quelque côté que l'on regarde les grains.

§ 13. EVALUATION DE LA GRANDEUR DES OBJETS EFFECTUÉE EN LES COMPARANT AU CHAMP VISUEL.

Pour plusieurs objets, par exemple pour les grains de fécule, il importe souvent de connaître certaines de leurs dimensions. Provisoirement nous examinerons seulement de quelle manière on peut les évaluer approximativement.

Si un objet inconnu se présente à nos yeux dans notre entourage habituel, nous nous formons aussitôt quelque idée de sa grandeur par le fait que nous le voyons dans le voisinage d'objets ou en relation avec des distances que nous connaissons déjà.

De même, quand on regarde un objet dans le microscope, on pourra naturellement se faire quelque idée de ses dimensions si l'on observe dans le voisinage et en même temps une dimension connue d'avance. La dimension la plus facile à utiliser dans ce but est le diamètre du champ visuel.

Pour déterminer celui-ci, on place sous le microscope un objet de dimensions connues; le mieux est un **micromètre objectif**, consistant en une lamelle transparente sur laquelle sont marquées des divisions à intervalles égaux — d'ordinaire de $\frac{1}{100}$ de millimètre. On fera bien de déterminer une fois pour toutes le diamètre du champ pour les objectifs et les oculaires différents dont on dispose, et de confier à sa mémoire, en nombres ronds, le résultat pour les systèmes le plus fréquemment employés. Il ne faut pas oublier que la grandeur du champ dépend de la longueur du tube, et varie par conséquent suivant les changements de tirage.

VOORWERP IV.

Luchtbellen.

§ 14. PRAEPARAAT.

Doe in een reageerbuisje wat arabische gom, en voeg hierbij hetzelfde volume water. Kneed met een roerstaafje dit mengsel goed dooreen en verwarm een weinig, zoodat de gom zooveel mogelijk oplost. Breng dan een druppel van de oplossing op een objectglaasje, en sla dien eenige malen met een praeparceernaald; als talrijke luchtbellen zijn gevormd, wordt een dekglaasje opgelegd en met A bezien.

§ 15. BEELD.

Afziende van zeer kleine vlekjes in het veld, die door onreinheden of nog onopgeloste gomdeeltjes worden teweeg gebracht, neemt men een aantal cirkelvormig begrensde vlekken van grootere, doch zeer verschillende afmeting waar. Deze zijn slechts bij één instelling scherp, en bestaan dan uit een helder middengedeelte, dat spoedig doch niet plotseling overgaat in een donkeren rand, waarin lichter en donkerder kringen worden waargenomen. Ongeveer midden in dien rand is één zeer duidelijke lichtere ring voorhanden, terwijl het buitenste deel er van op sommige plaatsen meer helder is, zoolang niet, bijv. met de hand, de toetreding van van boven invallend, zoog. *opvallend* licht wordt verhinderd.

§ 16. DUIDING VAN HET WAARGENOMENE.

Ten einde alleen uit het beeld den vorm der objecten af te leiden is 't reeds bijna voldoende op te merken dat alle niet te groote vlekjes zuiver kringvormig begrensd worden gezien. Hierdoor is 't althans waarschijnlijk dat ze beelden van bolvormige lichaampjes zijn. Op dezelfde wijze als bij het zetmeel zouden we den vorm nader kunnen onderzoeken. Als we echter een paar bijzonderheden in de beelden van bolvormige objecten nader hebben nagegaan, zal blijken, dat het bij dergelijke voorwerpen niet altijd bepaald noodig is ze van verschillende kanten te bezien om den vorm te leeren kennen.

QUATRIÈME OBJET.

Bulles d'air.

§ 14. PRÉPARATION.

Mettez dans un tube à réactions un peu de gomme arabique avec un volume égal d'eau; pétrissez avec une baguette de verre de façon à bien amalgamer le mélange, et chauffez un peu, pour faire dissoudre la gomme autant que possible. Portez une goutte du mélange sur un porte-objet et battez-la au moyen d'une aiguille. Quand il s'est formé bon nombre de bulles-d'air, couvrez l'objet et observez avec l'objectif A.

§ 15. IMAGE.

Indépendamment de certaines très petites taches qui se trouvent dans le champ visuel et qui sont produites par des impuretés ou par des particules de gomme non dissoutes, on observe des taches plus grandes, mais de dimensions très diverses, à limites circulaires. Elles ne sont tranchées qu'à une seule mise au point, et présentent alors une partie centrale claire entourée d'un bord foncé, où se distinguent des anneaux de teintes plus claires et plus foncées les unes que les autres; le passage du centre clair au bord teinté est rapide, mais non pas subit. Vers le milieu du bord se trouve un anneau de nuance claire très net, et la périphérie est par places plus claire qu'ailleurs, à moins qu'on n'intercepte, par exemple avec la main, la lumière qui vient d'en haut sur l'objet.

§ 16. INTERPRÉTATION DES FAITS OBSERVÉS.

Pour déduire la forme des objets uniquement des images, il est presque suffisant de remarquer que toutes les taches dont la grandeur n'est pas excessive se voient avec une circonférence ronde. Cela seul rend vraisemblable que ce sont les images de corpuscules sphériques. On pourrait en étudier plus exactement la forme de la même manière qu'on l'a fait pour la fécule; toutefois, quand on aura pris connaissance de certaines particularités que présentent les images d'objets sphériques, on se convaincra qu'il n'est pas toujours indispensable d'examiner ces objets de différents côtés pour en déterminer la forme.

§ 17. VERKLARING VAN DEN DONKEREN RAND IN HET BEELD DER LUCHTBEL. WERKING VAN DEN SPIEGEL.

Denken we ons eenvoudigheidshalve den microscoop dicht voor een groot venster geplaatst. Ieder spiegeldeel ontvangt dan vrij wel uit alle richtingen licht, en zendt ook naar alle kanten licht uit. Ieder punt van het voorwerp zal dus van alle deelen van den spiegel licht ontvangen, en wordt derhalve door een lichtkegel getroffen, waarvan het zelf de top is, en waarvan de spiegeloppervlakte de basis vormt.

Zij K (Pl. I, fig. 1) middelpunt van een luchtbel, X Y de doorsnede van het instellingsvlak met het loodrecht hierop gerichte vlak van teekening. Terloops herinneren wij er aan, dat wanneer X Y instellingsvlak is, dit zeggen wil, dat lichtstralen, die alvorens in den microscoop over te gaan, op een punt van X Y, een zoogenaamd *lichtpunt*, gericht zijn, ten slotte ook in één punt van het netvlies, het bijbehoorende *beeldpunt*, samen komen. Zij verder B A C de wijdte van den lichtkegel, dien een punt A van het gezichtsveld ontvangt en dus ook uitzendt. Op K is dan een dergelijke lichtkegel gericht, en daar de afzonderlijke stralen daarvan alle loodrecht 't grensvlak der luchtbel treffen, doorloopen ze deze zonder afwijking. Verder treedt het licht zoo uit de luchtbel, dat op zijdelings gerichte punten als T lichtkegels gericht zijn, die meer overhellen, naarmate hun toppunt verder van K ligt.

Als nu het licht der kegels D A E, H K I en O T S den microscoop zonder stoornis doorloopt, komt het op het netvlies in drie afzonderlijke beeldpunten samen, waarvan de onderlinge ligging gelijkvormig is aan die der lichtpunten A, K en T. Van de kegels D A E en H K I zal althans een gedeelte zeker in het objectief overgaan, doch het kan zeer goed zijn dat O T S reeds zooveel helt, dat hij zijdelings langs het objectief loopt, doch dit niet treft; alsdan zal het punt op 't netvlies, dat naar zijn plaats als beeldpunt bij T behoort, donker zijn. En op dergelijke wijze komen feitelijk de donkere randen in de beelden van luchtbellen tot stand, zoodat deze niet een gevolg daarvan zijn, dat die randlagen geen licht doorlaten.

§ 17. EXPLICATION DU BORD FONCÉ DE L'IMAGE DE LA BULLE D'AIR. ACTION DU MIROIR.

Supposons, pour simplifier, notre microscope près d'une grande fenêtre. Chaque partie du miroir recevra de la lumière provenant de presque toutes les directions, et réfléchira de la lumière dans tous les sens; chaque point de l'objet recevra de la lumière de chaque partie du miroir et sera donc frappé par un cône lumineux dont il est lui-même le sommet.

Soit K (Pl. I, fig. 1) le centre d'une bulle d'air et XY l'intersection du plan de mise au point et de celui de dessin, qui se coupent perpendiculairement; — rappelons en passant que dire que XY est plan de mise au point, signifie que les rayons lumineux qui, avant de passer dans le microscope, sont dirigés sur quelque point de XY, se réunissent en définitive aussi en un point déterminé de la rétine; le premier de ces points s'appelle *point lumineux*, le second en constitue l'*image*. Soit en outre BAC la largeur du cône lumineux reçu, et donc aussi passant par un point A du champ visuel. Un cône semblable sera dirigé sur K, et, comme chacun de ses rayon frappe perpendiculairement la surface de la bulle, il traverse celle-ci sans dévier. Les autres rayons qui émergent de la bulle en sortent de telle façon que des cônes lumineux se dirigeant sur des points situés de côté, par exemple sur T, sont d'autant plus inclinés que leur sommet s'écarte davantage de K.

Or les rayons lumineux des cônes DAE, HKI et OTS traversant le microscope sans déviation, se réunissent dans trois points de l'image sur la rétine, situés par rapport l'un à l'autre de la même manière que A, K et T entre eux. Quant aux cônes DAE et HKI, une partie de leur lumière passera sans doute dans l'objectif, mais il se peut fort bien que OTS soit déjà tellement incliné que sa lumière longe l'objectif sans le frapper; alors le point de la rétine où devrait être le point de l'image correspondant à T restera obscur. C'est ainsi que de fait il se forme à l'image des bulles d'air des bords foncés, qui ne proviennent donc pas de ce que les couches correspondantes des bulles ne laisseraient pas passer la lumière.

Voor alles lette men er op, dat het licht dat tot een beeldpunt samenkomt, niet altijd van denzelfden aard is, als het licht dat op de plaats van het bijbehoorende lichtpunt wordt doorgelaten. Onderstellen we bijv. dat bij A en T slechts rood licht doorgelaten werd, en dat niet alleen de van A uitgaande, doch ook de op T gerichte kegel (O T S) in den microscoop overging. Het beeldpunt van A zou dan wel rood zijn gekleurd, doch dat van T niet, want de stralen van kegel O T S zijn niet door T heengegaan. Een beeldpunt is dus alleen dan als 't ware een afdruk van het gedrag van 't object ten opzichte van licht op de plaats van het lichtpunt, als de stralen, die in het beeldpunt samenkomen, werkelijk van het lichtpunt afkomstig zijn, en niet slechts er op gericht zijn geweest. We komen hierdoor op nieuw tot den § 9 (pag. 13) reeds uitgesproken regel, dat objectdeelen, die niet door andere bedekt zijn, over 't algemeen 't meest juist worden gezien; inwendige deelen, of deelen van ondervlakten worden veelvuldiger dan andere minder of meer van de werkelijkheid afwijkend waargenomen.

De lichte ringen in den donkeren rand worden teweeg gebracht door stralen, die na één of meer reflexies aan de binnenzijde van de bel tegen het grensvlak te hebben ondergaan, uittreden, en dan op dicht bij elkaar gelegen punten van het instellingsvlak gericht zijn (vgl. Pl. I, fig. 3).

De grooter lichtsterkte, die de donkere rand op sommige plaatsen heeft, wordt, zooals uit 't hieromtrent reeds vermelde duidelijk is, door teruggekaatst opvallend licht teweeg gebracht.

§ 18. HET BEELD VAN BOLVORMIGE OBJECTEN IN HET ALGEMEEN.

Een donkere rand zooals bij luchtbellen wordt waargenomen, komt niet alleen voor bij bolvormige lichamen die minder breken dan de omgeving. Zooals door een blik op fig. 2 blijkt, kan bij sterker brekende geheel hetzelfde worden waargenomen.

De breedte van den donkeren rand is, wanneer objectief en verlichtingswijze niet worden gewijzigd, afhankelijk van het brekingsverschil tusschen het bolvormige lichaam en de omge-

Il faut tenir très grand compte du fait que la lumière qui se concentre dans un point de l'image n'est pas toujours de même nature que celle qui traverse l'endroit où se trouve le point lumineux correspondant. Supposant par exemple que de la lumière rouge a traversé l'objet en A et en T, et que, non seulement le cône partant de A, mais aussi celui dirigé sur T (OTS) ont passé dans le microscope; le point de l'image correspondant à A sera rouge, mais non pas celui qui correspond à T, car les rayons du cône OTS n'ont pas traversé T. Donc pour qu'un point de l'image soit comme qui dirait une représentation de la manière dont l'objet se comporte par rapport à la lumière à l'endroit où est le point lumineux correspondant, il est nécessaire que les rayons qui aboutissent au point de l'image proviennent réellement du point lumineux, et n'aient pas seulement été dirigés sur ce point. Ceci nous ramène à la règle formulée au § 9 (page 13), d'après laquelle les parties des objets au-dessus desquelles il n'y en a pas d'autres sont celles qu'en général on voit le plus exactement; les parties situées à l'intérieur ou dans les plans inférieurs de l'objet risquent plus souvent que les autres d'être vues d'une manière qui s'écarte plus ou moins de la réalité.

Les anneaux clairs du bord foncé sont causés par des rayons qui, après avoir subi une ou plusieurs réflexions sur la surface intérieure de la bulle, en sortent et sont dirigés vers des points du plan de mise au point rapprochés les uns des autres (comp. Pl. I, fig. 3).

Ce qui a été dit fait aussi comprendre que les endroits plus éclairés qui se montrent dans le bord foncé proviennent de rayons venant d'en haut, et réfléchis par la bulle.

§ 18. IMAGES D'OBJETS SPHÉRIQUES EN GÉNÉRAL.

Ce n'est pas seulement dans l'image de corps sphériques réfractant moins la lumière que le milieu ambiant que l'on observe un bord foncé analogue à celui de l'image des bulles d'air. La figure 2 fait voir que cela peut avoir lieu aussi pour des corps plus réfringents.

Avec un même objectif et un même éclairage, la largeur du bord foncé dépend de la différence entre la réfraction du corps

ving. Naarmate dit verschil grooter is, zijn dichter bij het middelpunt gelegen plaatsen reeds donker; bij gering verschil is de geheele door het middelpunt gaande optische doorsnede van den bol helder.

Donkere randen van denzelfden aard als de hier beschrevene kunnen ook nog worden waargenomen bij lichaampjes, die van den bolvorm reeds vrij sterk afwijken. Men overtuige zich hiervan door met A wat aardappelzetmeel op een objectglaasje droog, dus in lucht te bezien. Hierbij heeft men dan tevens gelegenheid twee redenen te leeren kennen, waarom gewoonlijk microscopische objecten in een of ander vocht worden gebracht om bezien te worden: 1°. omdat het groote verschil in brekingsindex dat tusschen voorwerp en omgeving bestaat, als deze laatste lucht is, zoo sterke straalafwijkingen bewerkt, dat veelal van groote objectdeelen geen licht het oog bereikt, zoodat van deze ook geen bijzonderheden worden gezien [1]); 2°. omdat een groep opeengehoopte lichaampjes in een veel minder brekende omgeving zeer weinig doorzichtig is: bij instelling voor een diepere laag ondergaat de lichtverdeeling die in 't instellingsvlak optreedt daarboven zoo sterke onregelmatige afwijkingen, dat zij met de lichtverdeeling op 't netvlies geheel niet meer overeenstemt.

§ 19. LENSWERKING VAN LUCHTBELLEN EN ANDERE BOLVORMIGE LICHAMEN.

Zooals uit den vorm van een luchtbel en uit de brekingsindices van lucht en gomoplossing gemakkelijk is af te leiden, zullen luchtbellen in een sterker brekende omgeving, zooals genoemde vloeistof, zich als divergeerende lenzen gedragen. Op de volgende wijze overtuigt men zich hiervan proefondervindelijk.

---

1) Met het oog hierop werd het beroete glasstaafje (object II) ook in kruidnagelolie gebracht. In glycerine, dat een grooter brekingsverschil met glas heeft, wordt naar de randen van het staafje het licht zoo sterk afgebogen, dat de daar voorhanden roetdeeltjes niet, of slechts zeer onvoldoende worden waargenomen.

sphérique et celle du milieu ambiant. Plus cette différence est grande, plus les parties obscures sont rapprochées du centre. Si la différence est faible, la coupe optique qui traverse le centre est tout entière claire.

Des bords foncés du même caractère peuvent aussi s'observer dans l'image de corpuscules s'écartant considérablement de la forme sphérique. On s'en assurera en regardant avec l'objectif A un peu de fécule de pommes de terre déposée sèche sur le porte-objet, vue donc dans de l'air. Cela permettra en même temps de se rendre compte de deux motifs de pour lesquels on place ordinairement dans un liquide les objets que l'on veut examiner au microscope. 1⁰. L'un des motifs est que la différence entre le coëfficient de réfraction de l'objet et celui de son milieu, si celui-ci est l'air, est si considérable et cause pour cela de si grandes déviations des rayons lumineux, qu'il peut se trouver des parties importantes de l'objet depuis lesquelles la lumière ne parvient pas à l'œil et dont par conséquent on ne peut pas discerner les détails [1]). 2⁰. L'autre motif est qu'un groupe de corpuscules amoncelés dans un milieu beaucoup moins réfringent est très peu transparent: si l'on met au point pour une couche plus profonde, la répartition de la lumière qui s'y produit subit des altérations irrégulières si fortes au-dessus du plan de mise au point qu'elle ne correspond plus du tout à la répartition de la lumière sur la rétine.

§ 19. ACTION LENTICULAIRE DES BULLES D'AIR ET D'AUTRES CORPS SPHÉRIQUES.

On peut déduire aisément de la forme d'une bulle d'air et des indices de réfraction de l'air et d'une solution de gomme que des bulles d'air placées dans un milieu plus réfringent qu'elles, comme le nommé liquide, se comporteront comme

1) C'est pour cette raison que, dans notre seconde expérience, nous avons préparé notre cylindre enfumé dans de l'huile de girofle. Si l'on employait la glycerine, dont le coefficient de réfraction s'écarte davantage de celui du verre, la lumière serait si fortement déviée sur les côtés du cylindre que l'on ne pourrait pas observer, ou n'observer que très imparfaitement les particules de fumée qui s'y trouvent.

Gebruik den platten spiegel; als deze niet aan den gebruikten microscoop voorhanden is, leg dan op den hollen een stukje gewoon spiegelglas. Gebruik objectief D, en plaats den spiegel zoo, dat 't veld zoo sterk mogelijk is verlicht; de lichtsterkte van het veld is dan meest geringer [1]) dan bij gebruik van den hollen spiegel. Stel voor een luchtbel van gemiddelde grootte [2]. scherp in. In hoofdzaak is nu 't beeld als bij gebruik van A) Alleen is de donkere rand smaller, en neemt men aan de buitenzijde er van als overgang tot het verdere gezichtsveld eenige zeer smalle, afwisselend lichte en donkere ringen waar, die trouwens ook reeds eenigszins met A zichtbaar zijn. Op deze bijzonderheden komen we later nog terug; hier bepalen we ons tot 't nagaan der lenswerking.

Hiertoe heeft men dan slechts den tubus langzaam omlaag te brengen. De scherpe randen van de bel verdwijnen nu, en weldra vertoont zich midden tusschen haar vroegere grenslijnen een scherp beeldje van de lichtbron (venster, bewolkte hemel) of althans een lichtconcentratie.

In het laatste geval kan men zich van de aanwezigheid van een zuiver beeldje overtuigen door den spiegel achtereenvolgens wat naar verschillende zijden te draaien.

Bezigt men den hollen spiegel in plaats van den platten, dan is wel hetzelfde te zien, doch niettegenstaande het beeldje thans minder verkleind is, is het minder in het oog loopend: 1°. daar het minder zuiver is, 2°. daar slechts een veel kleiner deel van de lichtbron bij één spiegelstelling in het beeldje kan worden overzien.

Wanneer een bolvormig lichaam uit een sterker brekende

---

1) Zie voor een nadere beschouwing van de leer der spiegelwerking: Carl Nägeli und S. Schwendener, das Mikroskop, 2e Aufl., Leipzig, Engelmann, 1877, pag. 92 en vv, of ook: Dr. E Giltay, Inleiding tot het gebruik van den microscoop, Leiden, E. J. Brill, 1885, pag. 95, § 52 en vv.

2) Zeer groote luchtbellen zijn dikwijls tusschen object en dekglas samengedrukt. Ook bij kleinere komt afplatting voor, als ze omhoog stijgen Om dit opstijgen te verhinderen of althans zeer langzaam te doen gaan, is als vocht een dikke gomoplossing gebruikt.

des lentilles divergentes. On s'en convaincra expérimentalement de la manière suivante.

Faites usage du miroir plan ou, si votre microscope en est dépourvu, recouvrez votre miroir concave d'un morceau de verre à glace ordinaire. Employez l'objectif D et ajustez votre miroir de façon à ce que le champ reçoive autant de lumière que possible; la clarté du champ est d'ordinaire alors moindre [1]) que si l'on employait le miroir concave. Mettez au point pour une bulle d'air de moyenne grandeur [2]), aussi nettement que possible. L'image ressemblera fort à celle obtenue avec l'objectif A, seulement le bord foncé sera plus étroit et l'on observe des anneaux très fins, alternativenent clairs et foncés, qui, dans la partie extérieure du bord, forment la transition au reste du champ visuel; du reste ces anneaux apparaissaient déjà quelque peu avec l'objectif A. Nous aurons à revenir sur ces particularités; pour l'instant nous constatons seulement l'action lenticulaire.

Pour cela il suffit d'abaisser lentement le tube. Les bords tranchés de la bulle disparaîtront et bientôt l'on verra, au milieu de ce qui a été ses limites, une image nette de la source de la lumière (fenêtre, ciel nuageux), ou pour le moins une concentration lumineuse.

Dans ce dernier cas, on s'assurera qu'il existe pourtant une image nette, en tournant le miroir successivement dans différents sens.

Avec le miroir concave, le même phénomène se produira, mais, quoique l'image soit moins rapetissée qu'avec le miroir plan, elle frappe moins la vue, 1°. parce qu'elle est moins nette; 2°. parce que la partie de la source de lumière qui est observable dans une seule et même position du miroir est beaucoup plus petite avec le miroir concave qu'avec le miroir plan.

Si un corps sphérique est formé d'une matière plus réfrin-

1) Pour plus de détails au sujet de la théorie de l'action du miroir, voyez Carl Nägeli und S Schwendener, das Mikroskop, 2e édition, Leipzig, Engelmann, 1877, pages 92 et suivantes, ou bien Dr. E. Giltay, Inleiding tot het gebruik van den microscoop, Leiden, E. J. Brill, 1885, pages 85, § 52 et suivants.

2) Il arrive souvent que les bulles d'air, si elles sont très grandes, s'aplatissent entre le porte-objet et le couvre-objet. De plus petites peuvent aussi s'aplatir en montant. C'est pour les empêcher de monter, ou du moins les faire monter très lentement, que nous avons employé comme milieu liquide une épaisse solution de gomme.

stof bestaat dan de omgeving, ligt het er door ontworpen beeldje boven het middelpunt van het object, en wordt dus waargenomen bij een hooger instelling dan die, waarbij het voorwerp in grootsten omtrek scherp werd gezien.

Wanneer het object onzuiver bolvormig is, is het er door ontworpen beeld van de lichtbron onduidelijker, naarmate de onregelmatige afwijking van den bolvorm grooter is. Ook wanneer het beeldje geheel onkenbaar is, kan veelal boven of beneden de scherpe instelling voor den grootsten omtrek toch nog een lichtconcentratie worden waargenomen, en hieruit worden afgeleid of het object meer of minder breekt dan de omgeving. Men overtuige zich hiervan door zetmeel te bezien: *a.* in water dat minder breekt, en *b.* in kruidnagelolie, die sterker breekt dan de zetmeelstof.

§ 20. NADERE AFLEIDING VAN DEN VORM VAN OBJECTEN, DIE BEELDEN GEVEN EVENALS LUCHTBELLEN.

Wanneer beelden evenals luchtbellen die leveren worden waargenomen, en wanneer deze afkomstig zijn van lichamen die zich in een gewone vloeistof bevinden, d. w. z. in één der bij het praepareeren meest gebruikelijke vochten, als water en glycerine, of in een vloeistof, zooals deze in dierlijke en plantaardige lichamen wordt aangetroffen, dan kan nog op de volgende wijze uit den aard der beelden tot den bolvorm der objecten worden besloten:

Uit het feit dat 't beeldje van de lichtbron beneden de scherpe instelling voor den grootsten omtrek ligt, volgt, dat de bewuste lichaampjes minder brekend zijn dan de omgeving. Uit de breede donkere randen blijkt, dat er een groot verschil bestaat tusschen de brekingsindices van de afzonderlijke lichaampjes en van de verbindende vloeistof. De ondervinding leert, dat slechts gassen in die mate minder breken dan gewone vloeistoffen, dat de donkere randen zoo breed worden, als in 't beeld 't geval is. Gassen nemen in voldoend groote hoeveelheid vloeistof, waarin ze niet oplossen, den bolvorm aan.

gente que son milieu, l'image émise est située au-dessus du centre de l'objet et s'observe donc à une mise au point supérieure à celle qui fait voir l'objet nettement dans sa plus grande circonférence.

A mesure que la forme de l'objet s'écarte plus irrégulièrement de la forme sphérique, l'image de la source de la lumière qu'il projette perd en netteté. Même lorsque cette image est tout à fait méconnaissable, on peut d'ordinaire pourtant encore observer une concentration lumineuse au-dessus ou au-dessous de la mise au point qui fait voir l'objet dans sa plus grande circonférence, et l'on peut en conclure si l'objet réfracte la lumière plus ou moins que le milieu qui l'entoure. On s'en assurera en examinant de la fécule, *a.* dans l'eau, qui réfracte moins que la fécule, *b.* dans l'huile de girofle, qui réfracte plus.

§ 20. AUTRE MANIÈRE DE DÉDUIRE LA FORME D'OBJETS DONNANT DES IMAGES ANALOGUES A CELLES DES BULLES D'AIR.

Quand on observe des images semblables à celles que donnent les bulles d'air et qu'elles proviennent de corps qui se trouvent dans un liquide ordinaire, c'est-à-dire dans un des liquides les plus communément employés pour les préparations, par exemple l'eau et la glycerine, ou bien dans un des liquides qui se trouvent dans les corps animaux et végétaux, on peut déduire comme suit, de la nature des images, la forme sphérique des objets.

Du fait que l'image nette de la source de lumière se trouve en dessous de la mise au point de la plus grande circonférence s'ensuit que les objets observés sont moins réfringents que leur milieu. Des bords foncés larges découle qu'il y a une grande différence entre les indices de réfraction des corpuscules et de leur milieu. L'expérience enseigne qu'il n'y a que les gaz qui aient des indices de réfraction assez inférieurs à ceux des liquides ordinaires pour que les bords foncés des images soient aussi larges qu'on les voit. Or les gaz prennent une forme sphérique quand ils se trouvent dans une quantité suffisante d'un liquide qui ne les dissout pas.

VOORWERP V.

Melk.

§ 21. PRAEPARAAT.

Verdun een weinig melk met het vijfvoudige volume water, en breng een druppel van het mengsel tusschen object- en dekglas. Bezie met D.

§ 22. BEELD.

In het overigens gelijkmatig lichtsterke en kleurlooze gezichtsveld neemt men een groot aantal kringvormig begrensde vlekjes waar, van zeer verschillende grootte, doch ten opzichte van het gezichtsveld alle klein; enkele zijn er in den regel te vinden, die een meer onregelmatige gedaante bezitten, en ook wel belangrijk grooter zijn dan de overige. Ze zijn een klein weinig afwijkend van het verdere gezichtsveld getint, en, afziende van een smallen donkeren rand, tamelijk gelijkmatig lichtsterk. Vrij wel bij één instelling slechts kan men ze geheel scherp begrensd zien. Bij nauwkeurige waarneming, althans van de grootere, blijkt, dat de omtrek in bijkans geen enkel geval den cirkelvorm zoo nabij komt, dat geen afwijking van die gedaante kan worden waargenomen. Gedurende of na in het vocht opgewekte strooming blijft men de vlekjes kringvormig begrensd zien. Bij hooger instelling dan voor grootsten omtrek scherp wordt bij gebruik in geschikten stand van den platten spiegel een scherp beeldje van de lichtbron onderscheiden.

§ 23. DUIDING VAN HET WAARGENOMENE, SLECHTS BEKEND ONDERSTELLENDE DAT EEN DRUPPEL VOCHT ZICH ONDER DEN MICROSCOOP BEVINDT.

Na behandeling van object IV zal wel niet aangewezen behoeven te worden, uit welke der waargenomen bijzonderheden volgt, dat de vlekjes beelden zijn van nagenoeg bolvormige voorwerpen, die niet uit gas kunnen bestaan. Omtrent den aggregaatstoestand er van kan iets naders worden afgeleid uit het feit, dat men ze niet zuiver cirkelvormig begrensd ziet,

CINQUIÈME OBJET.

Lait.

§ 21. PRÉPARATION.

Allongez du lait au moyen d'un volume quintuple d'eau et placez une goutte du mélange entre le porte-objet et le couvre-objet. Observez avec l'objectif D.

§ 22. IMAGE.

On observe, dans un champ également éclairé et incolore, un grand nombre de taches circulaires, de grandeurs très variables, quoique toutes petites en comparaison de l'étendue du champ visuel; d'ordinaire on en découvre quelques-unes de moins régulières de forme, et aussi parfois de considérablement plus grandes que les autres. Elles diffèrent un peu de teinte avec le champ visuel, et, sauf un étroit bord obscur, sont assez uniformément éclairées. Il n'y a guère qu'une seule mise au point qui permette de les distinguer d'une manière tranchée. En les examinant minutieusement, on constate, du moins pour les plus grandes, que leur forme circulaire n'est presque jamais si parfaite que l'on n'y puisse découvrir aucune irrégularité. Si l'on produit des courants au sein du liquide, les taches continueront pendant et après le mouvement à présenter la forme circulaire. Si l'on met au point plus haut que pour la plus grande circonférence, on distinguera une image nette de la source de lumière, pourvu que l'on emploie et que l'on dispose convenablement le miroir plan.

§ 23. INTERPRÉTATION DES FAITS OBSERVÉS, DANS L'HYPOTHÈSE QUE L'OBSERVATEUR SAIT UNIQUEMENT QU'IL SE TROUVE UNE GOUTTE DE LIQUIDE SOUS LE MICROSCOPE.

Il est superflu, après ce qui a été dit à l'occasion du quatrième objet, d'exposer les particularités d'où il faut conclure que les taches observées sont les images d'objets presque sphériques, qui ne peuvent pas être formés de gaz. Quant à leur état d'aggrégation, le fait qu'on ne les voit pas parfaitement circulaires permet de conclure que ces corpuscules ne sont pas

en wel, dat ze niet uit een gemakkelijk bewegelijke vloeistof kunnen bestaan, want kleine hoeveelheden daarvan nemen, als ze vrij in een ander vocht zweven, den bolvorm aan. Ze kunnen dus slechts van vaste of van zoog. halfvaste stof zijn. De halfvaste aggregaatstoestand wordt vooral waarschijnlijk door sommige der grootere vlekjes van meer onregelmatigen vorm, die zich namelijk geheel voordoen, alsof ze uit minder of meer ver voortgeschreden samensmelting van kleinere waren ontstaan.

Zooals men reeds zal hebben ingezien, zijn de kringvormig begrensd waargenomen vlekjes de beelden van de vetbolletjes uit de melk, terwijl de laatst besproken meer onregelmatige lichaampjes kleine boterklompjes zijn, die door samensmelting van vetbolletjes zijn ontstaan.

§ 24. METEN MET BEHULP VAN DEN OCULAIR-MICROMETER.

Bij lichaampjes die slechts een zeer klein deel van het gezichtsveld beslaan, zooals bijv. de vetbolletjes van de melk, is de grootte er van door vergelijking met het veld zeer moeilijk te schatten. Men komt aan dit bezwaar te gemoet door het gezichtsveld in stukken van bekende grootte te verdeelen; hierdoor kunnen dan tevens grootere objecten nauwkeuriger gemeten worden.

Men zou hiertoe het voorwerp bijv. op een object-micrometer kunnen leggen. Gemakkelijker echter bereikt men zijn doel, door niet het gezichtsveld [1]) zelf, maar het beeld er van, dat op de hoogte van den ring (het zoog. *diaphragma*) in het oculair wordt ontworpen, te verdeelen. Hiertoe wordt op het diaphragma een zoog. **oculair-micrometer** gelegd, dat is een glasplaatje, waarop op onderling gelijke afstanden strepen zijn aangebracht. Wanneer dan door de bovenste oculairlens heen het genoemde beeld van het gezichtsveld wordt bekeken, zal tevens de oculair-micrometer worden waargenomen, zoodat men het gezichtsveld verdeeld zal zien, even alsof in dat gezichtsveld zelf een streepstelsel was aangebracht.

---

1) We herinneren er aan dat wij met „gezichtsveld" steeds bedoelen de lichte ruimte onder den microscoop, waarvan een waarnemend oog een scherp beeld op het netvlies ontvangt, en dus niet één der beelden van die lichte ruimte.

formés d'un liquide facilement mobile, celui-ci prenant la forme sphérique si on le fait flotter librement en petite quantité dans un autre liquide. Leur matière est donc ou solide ou mi-solide. L'état d'aggrégation mi-solide est rendu très vraisemblable par les quelques taches relativement grandes dont la forme est plus irrégulière que celle des autres, car elles ont tout à fait l'apparence de naître d'une fusion plus ou moins complète de plus petites entre elles.

Le lecteur a problablement déjà conclu que nos petites taches circulaires sont les images des grains sphériques de graisse contenus dans le lait, et que les grandes taches plus irrégulières sont les images des petites masses de beurre formées par la fusion ensemble de plusieurs grains de graisse.

§ 24. MESURAGE AU MOYEN DU MICROMÈTRE OCULAIRE.

Il est très difficile d'évaluer, en les comparant avec le champ visuel, les dimensions de corpuscules extrêmement petits, comme, par exemple, les globules de graisse du lait. Pour obvier à cet inconvénient, on divise le champ en parties de dimensions connues, ce qui est utile aussi pour mesurer des objets plus grands plus exactement que par une évaluation en gros.

Un moyen de prendre ces mesures serait de placer le corps qu'il s'agit d'évaluer sur un micromètre objectif. On atteindra cependant mieux le but, non pas en divisant le champ visuel [1]) lui-même, mais bien l'image du champ qui se projette à la hauteur du *diaphragme* dans l'oculaire. On place dans ce but sur le diaphragme un **micromètre oculaire**, consistant en une lamelle de verre régulièrement subdivisée au moyen de traits. Alors, en examinant au travers de la lentille supérieure de l'oculaire l'image du champ visuel dont nous parlons, on voit en même temps le micromètre, de telle façon que le champ visuel se montre divisé de la même manière que si les traits diviseurs s'y trouvaient.

---

1) Nous rappelons que, sous notre plume, l'expression *champ visuel* désigne toujours l'espace éclairé qui se trouve sous le microscope et dont l'œil de l'observateur reçoit sur sa rétine une image tranchée, non pas donc l'une des images de cet espace éclairé.

Eens voor al moet nu worden bepaald, hoe groot de afmeting in het gezichtsveld moet wezen, die op het netvlies een beeld zou geven, even groot als de afstand van twee opeenvolgende streepjes in het beeld, dat het netvlies van den oculairmicrometer ontvangt. Die afmeting noemt men de *waarde van een verdeeling van den micrometer*. Wordt dan eenig door den microscoop bekeken objectdeel even groot gezien als een interval van den micrometer, dan is de grootte van dat objectdeel gelijk aan de bedoelde waarde van het micrometer-interval. Deze waarde wordt gevonden door een object-micrometer onder den microscoop te plaatsen. Valt 't beeld van p verdeelingen hiervan van $\frac{1}{100}$ mM. elk, op 't netvlies samen met 't beeld van q verdeelingen van den oculair-micrometer, dan is de *waarde* van één oculairmicrometer-verdeeling $\frac{p}{q}$ honderdsten mM. De uitkomst is afhankelijk van den aard van het optische stelsel onder den oculair-micrometer.

De oculair-micrometer wordt het gemakkelijkst gebruikt met een **micrometer-oculair**, dat is een oculair, waarvan de bovenste lens kan worden op en neer geschoven, ten einde voor de verdeelingen op het diaphragma snel scherp te kunnen instellen.

VOORWERP VI.

Collenchym.

§ 25. PRAEPARAAT.

Maak eenige dwarse doorsneden door een volwassen *algemeenen bladsteel* van de vlier, en wel door een forsch exemplaar, dat 5 of 6 overlangsche ribben vertoont, waarvan er 2 of 3 aan de bovenzijde duidelijk uitspringen. Wanneer het genoemde plantendeel eenigen tijd op sterken alcohol heeft gestaan, worden de coupes veel gemakkelijker verkregen, dan als het orgaan versch is. Zorg vooral dat het vlak waarlangs gesneden wordt zoo nauwkeurig mogelijk loodrecht op de as van den steel staat; scheeve doorsneden zijn voor ons doel geheel onbruikbaar. Daar het ons echter slechts te doen is om weefsels, die dicht

Il faut déterminer une fois pour toutes quelle dimension dans le champ visuel répond à une image sur la rétine de mêmes dimensions que la distance qui sépare deux traits consécutifs dans l'image que la rétine reçoit du micromètre oculaire. Cette dimension s'appelle *valeur d'une division du micromètre.* Si donc on voit une partie d'un objet observé au microscope égale en grandeur à une division du micromètre, la grandeur réelle en est égale à cette valeur. Pour la trouver, on place sous le microscope un micromètre objectif, et si l'image de p de ses divisions d'un centième de millimètre coïncide avec l'image de q divisions du micromètre oculaire, la *valeur* d'une de ces dernières divisions est de $\frac{p}{q}$ centièmes de millimètre. Le résultat dépend de la nature du système optique employé sous le micromètre oculaire.

On emploiera le mieux le micromètre oculaire en l'observant avec un **oculaire micromètre**, dont la lentille supérieure peut s'élever et s'abaisser, de sorte que l'on obtienne facilement une mise au point très nette pour les divisions de l'échelle micrométrique.

SIXIÈME OBJET.

Collenchyme.

§ 25. PRÉPARATION.

Enlevez quelques tranches à un *pétiole primaire* de sureau, en ayant soin de choisir un sujet vigoureux, présentant de cinq à six côtes longitudinales, dont deux ou trois fassent visiblement saillie en dessus. Ces coupes se pratiqueront plus aisément sur des pétioles qui ont séjourné quelque temps dans de l'alcohol fort, que si la substance végétale est fraîche. Il faut pratiquer les coupes selon des plans aussi exactement que possible perpendiculaires à l'axe du pétiole; des tranches découpées obliquement ne nous serviraient à rien. Cependant, comme les tissus dont nous avons à nous occuper sont ceux qui se trouvent fort près

bij of in de meest naar buiten springende deelen van den steel liggen, is 't voldoende als die plaatsen in de doorsneden voorhanden zijn. Breng eenige der beste coupes in een druppel van een mengsel van gelijke deelen glycerine en water tusschen object- en dekglas.

§ 26. BEELD MET D GEZIEN, EN AANWIJZING DER CELDEELEN, DIE AAN DE ONDERDEELEN VAN HET BEELD BEANTWOORDEN.

In de genoemde uitstekende deelen der coupes vindt men onmiddellijk onder de buitenste cellaag (de epidermis) een celgroep, welke uit zoog. collenchym bestaat, en welke bij de hoogste scherpe instelling een beeld geeft als Pl. III, fig. 6.

De afzonderlijke cellen van dit weefsel zijn lang in de richting van de as van den steel. De meer heldere deelen *a* en *b* van de coupe zijn dwars doorgesneden overlangsche wandstukken; de donkerder deelen als *c* beantwoorden aan de celholten. De overlangsche wanden dezer elementen zijn op de plaatsen, waar meerdere cellen aan elkaar grenzen, veel dikker, dan op de plekken, waar slechts twee cellen aaneensluiten. Bij *d* is door een stippellijn de plaats aangegeven, waar ongeveer de grens tusschen twee cellen zich bevindt.

Wij houden ons nader bezig met het beeld van: 1e de wanden, 2e de celholten, 3e de deelen van het veld op eenigen afstand van de coupe: het **vrije gezichtsveld**. Bij de beelden der wanden lette men in 't bijzonder op de verdikkingen der celhoeken; door haar groote afmetingen vertoonen deze de verschillende bijzonderheden 't gemakkelijkst, ofschoon op dezelfde wijze als de dunne wanddeelen. Alle lichamen trouwens, die begrensd worden door vlakken loodrecht op en evenwijdig aan de voorwerptafel, en die dus recht prismatisch of recht cylindrisch van vorm zijn, kunnen op dezelfde wijze als de collenchymcellen gezien worden.

Bij hoogste scherpe instelling zijn de wanden vrij gelijkmatig

des parties du pétiole qui font saillie, ou bien dans ces parties, il suffit que nos tranches possèdent les endroits en question. Déposez, entre le porte-objet et le couvre-objet, quelques-unes des tranches les mieux réussies dans une goutte de liquide composé mi-partie de glycerine et d'eau.

§ 26. IMAGE OBTENUE AVEC L'OBJECTIF D. INDICATION DES PARTIES DES CELLULES VÉGÉTALES QUI RÉPONDENT AUX DIVERSES PARTIES DE L'IMAGE.

Dans les parties saillantes de nos petits disques se trouve, immédiatement sous la couche cellulaire la plus extérieure, sous l'épiderme, une matière cellulaire que l'on nomme collenchyme, et qui produit, avec la mise au point nette la plus haute, une image telle que la donne la figure 6 de notre Planche III.

Les cellules dont se compose ce tissu ont une forme allongée dans le sens de l'axe du pétiole. Les parties relativement claires de la tranche, *a* et *b*, sont des morceaux des parois longitudinales des cellules, coupées transversalement; les parties plus foncées, dans le genre de *c*, répondent à l'intérieur des cellules. L'épaississement est ordinairement localisé sur les arêtes des cellules. Une ligne de points indique en *d* la limite approximative entre deux cellules.

Nous nous occuperons spécialement de l'image 1° des parois des cellules, 2° de leur intérieur, 3° des parties du champ qui sont à quelque distance de la tranche végétale; c'est ce qu'on peut appeler le **champ visuel libre**. Pour l'image des parois, on fera bien de s'adresser surtout aux parties épaisses qui se trouvent dans les angles; les dimensions étant plus grandes, on y observera plus facilement les détails caractéristiques, quoique ils soient les mêmes que dans les parties plus minces. Du reste, tous les corps limités par des surfaces perpendiculaires et parallèles à la platine, tous ceux donc qui ont la forme de prismes droits ou de cylindres droits, peuvent s'observer de la même manière que les cellules de collenchyme.

A la mise au point nette la plus haute, les parois sont éclai-

lichtsterk; alleen ziet men soms evenwijdig aan de grenslijnen en dicht daarbij smalle strepen van afwisselend verschillende lichtsterkte, terwijl verder de buitenste grenzen van den wand van één cel soms eenigermate zijn aangeduid.

De celholten zijn in 't midden 't helderst; bij de grootste komen ze daar in lichtsterkte met het vrije veld overeen, althans wanneer geen inhoudsbestanddeelen het beeld wijzigen. Naar de celwanden toe is de celholte donkerder. De lichtsterkte van het vrije gezichtsveld staat tusschen die van den wand en van de aangrenzende deelen der celholten in.

Bij laagste scherpe instelling (Pl. IV, fig. 8), behouden het vrije veld en soms ook het midden der celholten dezelfde lichtsterkte; de wanden en de aangrenzende deelen der celholten verwisselen echter van helderheid: de wanden zijn nu donkerder dan het vrije gezichtsveld, de celholten, althans aan den omtrek, lichter.

§ 27. AFLEIDING UIT DEN GANG DER LICHTSTRALEN DOOR EEN LOODRECHT OP DE VOORWERPTAFEL GERICHT RECHT PRISMA, HOE BIJ INSTELLING VOOR DE EINDVLAKKEN BEELDEN VERKREGEN KUNNEN WORDEN, EVENALS BIJ DE WANDEN VAN COLLENCHYM EN BIJ DE AANGRENZENDE DEELEN DER CELHOLTEN WORDEN WAARGENOMEN.

a. *Bovenvlakte is instellingsvlak.*

Zij B′ AB (Pl. III, fig. 7), een deel van de doorsnede van het gezichtsveld met het loodrecht er op aangebrachte vlak van teekening. Zij AB CD de doorsnede van een recht prismatisch lichaam, welks eindvlak AB in het instellingsvlak ligt. Zij A′B′D′ de hoek, waaronder in 't vlak van teekening uit een punt B′ van het instellingsvlak de middellijn van den volgens alle richtingen licht uitzendenden spiegel wordt gezien; A′B′D′ is dan in het teekenvlak de wijdte van den lichtkegel, dien B′ van den spiegel ontvangt. Wegens de geringe afmetingen van het in de teekening voorgestelde, vergeleken met

rées d'une manière passablement uniforme; seulement parfois, parallèlement aux lignes qui limitent l'image et près d'elles, on distingue d'étroites raies, tantôt plus, tantôt moins claires que le reste; enfin les limites extrêmes de la paroi d'une cellule spéciale sont quelquefois discernables.

L'intérieur des cellules se montre le plus clair au milieu; cette partie est dans les plus grandes aussi éclairée que le champ visuel libre, à moins qu'elle ne contienne quelque chose qui modifie l'image. L'intérieur des cellules devient plus foncé en se rapprochant des parois. Le champ visuel libre présente un degré de clarté intermédiaire entre celui des parois et des parties adjacentes de l'intérieur des cellules.

A la mise au point nette la plus basse (Pl. IV, fig. 8), le champ visuel libre, et parfois aussi le milieu de l'intérieur des cellules, conservent la même clarté, mais les parois et les parties adjacentes de l'intérieur se modifient; les parois deviennent plus foncées que le champ visuel libre; l'intérieur, du moins son pourtour, plus clair.

§ 27. DÉMONSTRATION, DÉDUITE DE LA MARCHE DES RAYONS LUMINEUX QUI TRAVERSENT UN PRISME DROIT PERPENDICULAIRE À LA PLATINE, QU'EN METTANT AU POINT POUR LES SURFACES TERMINALES, ON PEUT OBTENIR DES IMAGES SEMBLABLES À CELLES QUE DONNENT LES PAROIS DE COLLENCHYME ET LES PARTIES ADJACENTES DE L'INTÉRIEUR DES CELLULES.

a. *La surface supérieure est plan de mise au point.*

Soit B'AB (Pl. III, fig. 7) une partie de la coupe des plans de mise au point et de dessin, se croisant perpendiculairement. Soit ABCD la coupe d'un corps prismatique droit dont la surface terminale AB se trouve dans le plan de mise au point. Soit A'B'D' l'angle sous lequel on voit d'un point B' dans le plan de dessin le diamètre du miroir qui envoie de la lumière dans tous les sens; A'B'D' est alors dans le plan de dessin la largeur du cône lumineux reçu par B' du miroir. Les minimes dimensions de ce qui est représenté dans le dessin, comparé à

den afstand van den spiegel, kunnen we aannemen, dat uit ieder punt in de figuur de spiegelmiddellijn onder denzelfden hoek gezien wordt. De ondervlakte CD zal dus overal lichtkegels van dezelfde opening, derhalve evenveel licht ontvangen, als een gelijk oppervlak van het vrije veld.

Ten einde nu de hoofdzaken van den gang der lichtstralen te kunnen teekenen, moet eerst worden vastgesteld, of het prisma al dan niet sterker breekt dan de omgeving. Uit het feit dat de collenchymwanden uit vaste stof bestaan, en dat de omgeving verdunde glycerine is, is reeds waarschijnlijk dat de wandstof sterker breekt, en op verschillende wijzen zou dit nader kunnen worden aangetoond, zoodat we het prisma AB CD in fig. 7 ook uit sterker brekende stof ons moeten denken te bestaan dan de omgeving.

Een gedeelte der tegen CD ingevallen lichtstralen gaat onmiddellijk naar de bovenvlakte, en treedt daar uit (voorbeeld: de stralen EFGH en IKGL). Een ander deel kan tegen de zijwanden worden teruggekaatst en dan boven uittreden (MNOPQ), terwijl nog een ander deel door een zijvlak het prisma kan verlaten (RSTU); wanneer de van den spiegel ontvangen lichtkegels niet te wijd zijn, is 't mogelijk, dat alle de zijwanden treffende stralen, die van CD afkomstig zijn, totaal worden teruggekaatst, en dus boven uittreden.

Het prisma wordt verder nog getroffen door van buiten af zijdelings invallende stralen als VW; in het prisma volgen deze een weg als WX, terwijl ze bijv. volgens XY kunnen uittreden.

Noemen we nu de lichthoeveelheid die onder invalt Oi; het licht dat zijdelings invalt Zi; en Lv het gedeelte van Oi en Zi dat niet door de bovenvlakte uittreedt, doordien het in het prisma is geabsorbeerd, of doordien het een weg volgt als RSTU, of ook doordien bij iedere lichtbreking ook licht teruggekaatst wordt. De geheele lichthoeveelheid die van AB afstraalt, zal dan zijn: Oi + Zi — Lv.

la distance du miroir, permettent de considérer le diamètre de ce dernier comme vu sous un même angle de tous les points de la figure. La surface inférieure CD étant frappée ainsi partout de cônes lumineux de même ouverture, recevra autant de lumière qu'une surface égale du champ libre.

Pour pouvoir maintenant dessiner ce qui est essentiel dans la marche des rayons lumineux, il faut commencer par s'assurer si la réfraction du prisme est ou non plus forte que celle du milieu où il se trouve. Comme les parois du collenchyme sont formées de matière solide et que le milieu ambiant est de la glycérine allongée d'eau, il est déjà probable a priori que la réfraction du collenchyme est la plus forte et l'on peut démontrer de différentes manières qu'il en est bien ainsi. Il faut donc se représenter le prisme AB CD de la figure 7 comme consistant en une matière plus réfringente que ce qui l'entoure.

Une partie des rayons lumineux qui frappent CD poursuit immédiatement sa route vers la surface supérieure et y sort du prisme; c'est le cas, par exemple, des rayons EFGH et IKGL. Une autre partie peut être réfléchie contre les côtés du prisme, pour sortir par en haut, par ex. MNOPQ, et une autre partie enfin peut quitter le prisme par une des surfaces latérales, par ex. RSTU. Si les cônes lumineux reçus du miroir ne sont pas trop larges, il peut arriver que tous les rayons partant de CD qui frappent les parois du prisme soient réfléchis totalement et ressortent ainsi par en haut.

Il y a en outre des rayons qui viennent du dehors pénétrer par les côtés dans le prisme, par ex. VW; ils suivent dans le prisme une route du genre de WX, et peuvent ressortir comme par ex. XY l'indique.

Si maintenant nous nommons Eb la quantité de lumière qui entre par en bas, Ec celle qui entre de côté, et Lp celle qui s'en perd, ne ressortant pas par le haut, soit parce qu'elle est absorbée par le prisme, soit parce qu'elle suit une route comme RSTU, soit parce que dans toute réfraction une partie de la lumière est réfléchie, la quantité totale de lumière rayonnant de AB sera Eb + Ec — Lp.

De lichthoeveelheid, die van een gelijk oppervlak als CD door het vrije gezichtsveld wordt ontvangen en uitgezonden, is gelijk Oi. Het is dus afhankelijk van de betrekkelijke waarde van Zi en Lv, of AB lichtsterker zal wezen dan het vrije veld, en daar dit bij de wandprisma's van het collenchym praeparaat het geval is, moet daar dus Zi > Lv zijn.

Daar de wanden niet zelflichtend zijn, moet het licht, dat er meer van afstraalt dan van het vrije veld, aan de omgeving der wanden onttrokken zijn; we zien dan ook de aangrenzende deelen der celholten donkerder dan het vrije veld. Stralen, die dus eigenlijk voor verlichting van de randen der celholten bestemd zijn, worden door het beneden 't instellingsvlak uitstekende deel der wanden opgevangen, en door de bovenvlakte van deze weer naar buiten gelaten.

Naarmate het prisma minder hoog is, wordt Zi kleiner; bij zeer dunne coupes heeft dan ook de bovenvlakte der collenchymwanden geen grooter lichtsterkte meer.

b. *Ondervlakte is instellingsvlak.*

Een gedeelte van het licht dat op het ondervlak invalt, is na uittreding uit het prisma niet meer op de intredingsvlakte gericht (voorbeeld: de stralen OPQRS en UVWX, Pl. IV, fig. 9). Het licht dat van buiten af de zijwanden treft en dan in het prisma overgaat (YZZ_1Z_2), kan dit verlies ook niet goed maken. Slechts het lichtgedeelte der van buiten tegen de zijwanden invallende stralen, dat tegen deze laatste teruggekaatst wordt, zal alvorens in den microscoop over te gaan, op de ondervlakte gericht zijn. De hierdoor voor de ondervlakte verkregen lichthoeveelheid blijkt echter bij de collenchymwanden belangrijk minder te zijn, dan wat op andere wijze aan de ondervlakten onttrokken is, immers deze worden donkerder gezien dan de aangrenzende deelen der celholten, die helderder zijn geworden.

La quantité de lumière reçue et renvoyée par le champ visuel libre et provenant d'une surface égale à CD, est égale à Eb. C'est donc le rapport entre Ec et Lp qui déterminera si AB sera plus éclairé que le champ libre; ceci est le cas pour les parois des prismes du collenchyme, et ici par conséquent on doit avoir Ec > Lp.

Comme les parois ne sont pas lumineuses par elles-mêmes, il faut que l'excès de lumière qui en émane de plus que du champ libre soit emprunté à ce qui entoure les parois; et en effet les parties adjacentes de l'intérieur des cellules se montrent plus foncées que le champ libre. Par conséquent il y a des rayons pour ainsi dire destinés à éclairer le pourtour de l'intérieur des cellules, mais qui sont recueillis par la partie des parois qui plonge plus bas que le plan de mise au point et qui ressortent par la surface supérieure de ces parois.

Moins le prisme est haut, plus Ec est petit; c'est pourquoi, si l'on fait très minces les tranches de sureau, la surface supérieure des parois du collenchyme n'aura plus d'excès de lumière.

b. *La surface inférieure est plan de mise au point.*

Au sortir du prisme, une partie de la lumière qui était tombée sur la surface inférieure n'est plus dirigée vers la surface d'entrée (par ex. les rayons OPQRS et UVWX, Pl. IV, fig. 9), et la lumière qui frappe depuis dehors les parois latérales du prisme, pour pénétrer ensuite dans l'intérieur (YZZ_1Z_2), ne peut pas compenser cette perte. Des rayons frappant du dehors les parois latérales, il n'y a que la lumière réflechie qui soit dirigée sur la surface inférieure avant de passer dans le microscope. Mais, pour les parois de collenchyme, la quantité de lumière acquise ainsi pour les surfaces inférieures se montre être beaucoup moindre que la quantité qu'elles perdent d'autre part, puisqu'on les voit plus foncées que les parties adjacentes de l'intérieur des cellules, qui sont devenues plus claires.

§ 28. VRIJE GEZICHTSVELD IN DE CELHOLTEN. BEELD VAN SMALLE, MINDER BREKENDE STAANDE PRISMA'S.

Zooals boven (§ 26 pag. 42) vermeld werd, kan het binnenste van het beeld eener celholte zoowel bij hooger als bij lager instelling in dezelfde lichtsterkte als het vrije veld worden gezien; klaarblijkelijk is dit hiervan afhankelijk, of dat centrale deel zoo ver van de dichst bij gelegen wanden afligt, dat het beeld er van niet meer onder den invloed der wanddeelen staat. Zijn de celholten hiertoe groot genoeg, dan behooren de binnenste deelen er van tot het vrije gezichtsveld.

Zijn echter de celholten kleiner, dan vloeien bij lager instelling de lichte randen er van tot een lichtvlekje samen, terwijl bij hooger instelling de geheele celholten donkerder dan het vrije veld zal zijn. Dergelijke kleine staande prismatische deelen geven soms even als bolvormige lichamen bij geschikte instelling een wel niet geheel scherp, maar toch duidelijk beeldje van de lichtbron. Fig. 4 Pl. II wijst aan, hoe in dit geval een beeldvlekje van 't licht dat van één punt van de lichtbron afkomstig is, gevormd wordt.

In collenchympraeparaten heeft men gelegenheid dit waar te nemen, doordien soms in de verdikte wanddeelen kleine tusschencellige holten voorhanden zijn.

§ 29. BEELD DER BOVENVLAKTE MET A GEZIEN, BIJ VERLICHTING MET KEGELS VAN VERSCHILLENDE WIJDTE. OPENINGSHOEK. CONDENSOR.

Beperken we eerst de wijdte der het instellingsvlak treffende lichtkegels door een nauw diaphragma te bezigen onder het object, of ook door op den spiegel een stukje donker laken te leggen met een opening in het midden van ongeveer $^3/_4$ cM. middellijn. Het collenchym vertoont dan bij hooge instelling

§ 28. CHAMP VISUEL LIBRE DANS L'INTÉRIEUR DES CELLULES. IMAGE DE PRISMES VERTICAUX, ÉTROITS, MOINS RÉFRINGENTS QUE LE MILIEU.

Ainsi qu'il a été dit plus haut (§ 26, page 43), la partie centrale de l'image de l'intérieur d'une cellule peut être vue également éclairée que le champ visuel libre, soit que la surface supérieure ou inférieure des parois coïncide avec le plan de mise au point; il est clair que pour cela il faut que la partie centrale en question soit assez éloignée des parois les plus rapprochées pour qu'elle échappe à l'influence de celles-ci. Quand l'intérieur des cellules est assez grand pour que cela ait lieu, la partie centrale en appartient au champ visuel libre.

Cependant, quand l'intérieur des cellules est plus petit, les bords lumineux, avec une mise au point basse, se fondent en une petite tache lumineuse, et, avec une mise au point haute, l'intérieur tout entier de la cellule sera plus sombre que le champ visuel libre. De petites parties prismatiques de ce genre permettent parfois, avec une mise au point convenable, de même que les corps sphériques, d'apercevoir une petite image de la source de la lumière, si ce n'est tout à fait nette, du moins discernable. La figure 4 de la Planche II fait voir comment, dans ce cas, la lumière provenant d'un point de la source lumineuse en forme l'image.

Les préparations de collenchyme fournissent l'occasion d'observer cela, parce que parfois il existe dans les parties épaisses des parois de petits espaces intercellulaires.

§ 29. IMAGE DE LA SURFACE SUPÉRIEURE VUE AVEC L'OBJECTIF A, AVEC UN ÉCLAIRAGE FORMÉ DE CÔNES LUMINEUX DE LARGEURS DIVERSES. ANGLE D'OUVERTURE. CONDENSATEUR.

Commençons par limiter la largeur des cônes lumineux qui frappent le plan de mise au point, soit en employant un diaphragme étroit sous l'objet, soit en recouvrant le miroir d'un morceau de drap foncé, percé au milieu d'un trou de trois quarts de centimètre. Avec une mise au point élevée, le collenchyme donnera alors une image qui ne diffère pas essentiellement de

in hoofdzaak hetzelfde beeld als met D gezien: de wanden zijn lichter dan het vrije veld. Gebruiken we echter de volle lichtkegels, die de spiegel kan leveren, dan hebben de wanden hun grooter lichtsterkte verloren; slechts de grenzen van wand en celholte zijn nog door minder of meer duidelijke donkere strepen aangeduid.

De wijze van verlichting is in dit laatste geval geheel als bij gebruik van D het geval was. Aan den gang der lichtstralen in het voorwerp is dus niets veranderd. De verklaring van het belangrijke feit, dat het meerdere licht dat van de bovenvlakte der wanden afstraalt, niet altijd gezien wordt, moet dus in den aard der gebezigde optische stelsels worden gevonden.

Voor een bijzonder geval willen we deze verklaring ook afleiden.

Onderstellen we namelijk eenvoudigheidshalve dat al 't licht, dat van CD (Pl. IV, fig. 7) afkomende de zijvlakken treft, daar totaal wordt teruggekaatst; in werkelijkheid trouwens kan dit geval zich zeer goed voordoen. Uit de figuur kan dan gemakkelijk worden afgeleid, dat alle stralen, die door de ondervlakte intreden, volgens een zelfde helling als waaronder dit plaats grijpt, de bovenvlakte verlaten. Even gemakkelijk kan worden afgeleid, dat alle stralen die zijdelings in- en boven uittreden, onder grooter helling met de normaal de bovenvlakte verlaten, dan eenige van de ondervlakte afkomstige lichtstraal. Stel nu, dat slechts lichtstralen die niet sterker hellen dan GH of GL door den microscoop worden opgenomen en tot de beeldvorming op het netvlies bijdragen, en dat dus stralen als XY langs het objectief gaan. Niets van het zijdelings ingevallen licht zal dan in ons oog komen, zoodat ook de wanden niet lichter gezien kunnen worden dan het vrije veld.

Ziehier, met wat we bij luchtbellen omtrent de donkere randen opmerkten, twee voorbeelden van 't feit, dat de mate van helling der lichtstralen, die nog door den microscoop tot beeldvorming worden toegelaten, op den aard van het beeld van grooten invloed is.

Reeds het objectief alleen beheerscht in dit opzicht het beeld, en wel door de grootte van zijn **openingshoek**, dat is de

celle que l'on voit avec l'objectif D; les parois sont plus claires que le champ visuel libre. Si en revanche nous faisons usage au complet des cônes lumineux que le miroir peut émettre, les parois perdront leur excès de lumière; seules les limites entre les parois et l'intérieur des cellules seront encore indiquées par des raies plus ou moins sombres.

Dans ce dernier cas, la répartition de la lumière est tout à fait la même que l'objectif D nous a fournie. Rien n'a donc été changé à la route suivie dans l'objet par les rayons lumineux. Par conséquent c'est dans la nature des appareils optiques employés qu'il faut chercher l'explication du fait important que l'excès de lumière qui rayonne de la surface supérieure des parois n'est pas toujours visible.

Cherchons cette explication pour un cas spécial.

Supposons pour plus de simplicité que toute la lumière qui, partant de CD (Pl. IV, fig. 7), frappe les surfaces latérales, y est réfléchie, cas qui peut fort bien se produire dans la réalité. La figure fait voir aisément qu'alors tous les rayons qui entrent par la surface inférieure quittent la surface supérieure avec la même inclinaison qu'ils avaient à l'entrée du prisme. Il est tout aussi facile de constater que tous les rayons qui entrent de côté et ressortent par en haut quittent la surface supérieure sous une inclinaison qui s'écarte de la normale plus qu'aucun des rayons provenant de la surface inférieure. Si donc notre microscope est construit de telle façon qu'il ne recueille, de façon à contribuer à former une image sur la rétine, aucuns rayons plus inclinés que GH ou GL, et que par conséquent des rayons tels que XY glissent le long de l'objectif, aucune partie de la lumière qui pénètre de côté dans l'objet ne parviendra à notre œil, et les parois ne paraîtront pas plus claires que le champ libre.

Nous avons donc ici à ajouter à ce que nous avons observé à l'occasion des bords foncés des bulles d'air un exemple du fait, que le degré d'inclinaison des rayons que le microscope peut utiliser pour la formation de l'image exerce une grande influence sur la nature de l'image.

L'objectif seul commande déjà sous ce rapport l'image; il le fait par la grandeur de son **angle d'ouverture**, c'est-à-dire

grootste hoek, welken twee stralen kunnen maken, die van één punt van het instellingsvlak uitgaande, na overgang in den microscoop tot beeldvorming komen. De openingshoek kan natuurlijk niet grooter zijn dan de hoek, waaronder van uit het gezichtsveld de middellijn van de onderste lens (de *frontlens*) van het objectief gezien wordt [1]).

Herhaaldelijk heeft men bij het microscopiseeren gelegenheid op te merken, dat, om in de beelden de bijzonderheden, die deze kunnen toonen, ook waar te nemen (om de beelden zoo *gedifferentiëerd* mogelijk te zien) het niet wenschelijk is, de verlichtingskegels zoo groot mogelijk te nemen. Integendeel, de kegels die van het vrije gezichtsveld uitstralen, moeten steeds belangrijk kleiner zijn dan de openingshoek van het gebezigde optische stelsel, anders zullen punten, die meer licht afzenden dan punten van het vrije veld, doordien er wijder kegels van afstralen, niet werkelijk lichter gezien worden. Slechts wanneer het te doen is, om enkele zeer kleine, sterk gekleurde deelen in het object gemakkelijk te vinden, kan het gewenscht zijn het ongekleurde beeld zoo onduidelijk mogelijk te maken, door invallende lichtkegels te bezigen, die de opening van het objectief geheel vullen.

Bij gebruik van sterke objectieven kunnen met den gewonen spiegel in 't instellingsvlak geen lichtkegels verkregen worden, waarvan de opening gelijk is aan die van het objectief. Waar dit toch gewenscht is, wordt het doel 't gemakkelijkst bereikt door onder het object een verlichtingstoestel, een zoog. **condensor** of **Illuminator** te plaatsen, die in eenvoudigsten vorm uit één lens bestaat. Wanneer in Pl. II fig. 5, AB den spiegel,

---

1) Nu het begrip openingshoek nader is vastgesteld, zal het vroeger (§ 19, pag. 30) reeds waargenomen feit, dat met D smallere donkere randen aan luchtbellen worden gezien dan met A, gemakkelijk worden begrepen, als men weet, dat D een grooter openingshoek heeft dan A. — We vermelden van het met D waargenomen beeld nu ook, dat de afwisselend lichter en donkerder strepen, die aan de grenzen der luchtbellen den overgang tot het vrije veld vormen, geen beelden zijn van op die plaatsen werkelijk voorhanden structuren. Ze worden teweeggebracht door interferentie (zie NAEGELI und SCHWENDENER, das Mikroskop, 2e Aufl., pag. 233).

de l'angle maximum que peuvent former deux rayons qui, partis d'un même point du plan de mise au point, traversent le microscope et concourent à former l'image. L'angle d'ouverture ne peut naturellement pas être plus grand que celui sous lequel le diamètre de la lentille inférieure de l'objectif (la *lentille frontale*) est vu depuis le champ visuel [1]).

L'emploi du microscope fournit de nombreuses occasions de constater qu'il n'est pas bon d'éclairer avec des cônes aussi larges que possible, si l'on veut que tous les détails que les images peuvent présenter, soient vraiment observées, c'est-à-dire si l'on veut que les images soient vues aussi *différentiées* que possible. Au contraire, les cônes qui émanent du champ visuel libre doivent toujours être considérablement moindres que l'angle d'ouverture du microscope employé, sans quoi les points qui émettent plus de lumière que les points du champ libre, parce qu'il en émane des cônes plus larges, ne seront néanmoins pa vus plus clairs. Dans le cas seulement où l'on a pour but de trouver facilement quelques parties très petites, fortement colorées de l'objet, il peut y avoir intérêt à rendre aussi indistincte que possible l'image incolore en faisant usage pour frapper l'objet de cônes lumineux qui remplissent entièrement l'ouverture de l'objectif.

Quand on fait usage d'objectifs puissants, on ne peut pas obtenir au moyen du miroir ordinaire dans le plan de mise au point des cônes lumineux dont l'ouverture soit égale à celle de l'objectif. Si ceci est désirable, le moyen le plus facile d'y parvenir est de placer sous l'objet un appareil d'éclairage, appelé **condensateur** ou **illuminateur,** qui sous sa forme la plus simple consiste en une lentille unique. Soit dans la figure 5 de la Pl. II

---

1) Cette définition de l'angle d'ouverture fera comprendre le fait, que nous avons constaté plus haut (§ 19, page 31), que l'objectif D fait apercevoir aux bulles d'air des bords sombres plus étroits que l'objectif A, puisque le premier a un angle d'ouverture plus grand que le second. — Nous pouvons maintenant aussi faire remarquer que les raies alternativement claires et foncées qui, avec l'objectif D, font, près des limites des bulles d'air, la transition au champ visuel libre, ne sont pas les images de structures existant réellement en cet endroit dans l'objet. Elles sont produites par l'interférence (voy. Naegeli et Schwendener, das Mikroskop, 2e éd. page 233).

GH den condensor, O een punt van 't instellingsvlak voorstelt, is 't duidelijk dat met behulp van de verlichtingslens in O een lichtkegel verkregen kan worden met een opening als onveer GOH, terwijl met den spiegel alleen slechts een kegel AOB kan worden bereikt.

VOORWERP VII.

Diffractie-plaat van Abbe.

§ 30. BEELDEN DER DIFFRACTIE-PLAAT BIJ VERSCHILLENDEN OPENINGSHOEK.

De openingshoek is niet alleen op de bij object VI beschouwde wijze voor het beeld van gewicht, doch nog in een ander belangrijk opzicht. Wij willen dit, zooal niet geheel verklaren, dan toch proefondervindelijk aantoonen.

Als object bezigen we er ditmaal een, dat we niet zelf kunnen vervaardigen, doch dat aan de fabriek van CARL ZEISS te Jena voor 7 Mark verkrijgbaar is: de diffractie-plaat van ABBE. Deze bestaat uit een voorwerpglaasje, waarop onder kleine afzonderlijke dekglaasjes drie objecten voorhanden zijn; ieder van deze bestaat uit een dun zilverlaagje, waarin doorzichtige figuren zijn aangebracht, doordien plaatselijk het zilver is weggenomen.

Voor ons doel is het middelste der objecten voldoende. We bezien dit eerst met D, en nemen dan de doorzichtige plaatsen waar als een stelsel evenwijdige strepen; een klein gedeelte er van is in Pl. VI fig. 14 sterk vergroot voorgesteld, met dien verstande, dat wat in het beeld zelf licht is, in de figuur donker is aangegeven.

Zooals men ziet, komen in het beeld in de eerste plaats een aantal strepen voor, waarvan de afstand ongeveer 5 maal haar breedte bedraagt; en in de eene helft van het object, die wij *v* zullen noemen, vormen deze de eenige doorzichtige plekken. In de andere helft, die wij als *d* onderscheiden, zijn midden tusschen deze strepen in nog andere van dezelfde breedte voorhanden, zoodat hier de donkere banden slechts dubbel zoo breed zijn als de lichte.

AB le miroir, GH le condensateur, O un point du plan de mise au point, il est clair que, grâce à la lentille, on obtient en O un cône lumineux dont l'ouverture sera à peu près égale à GOH, tandis qu'avec le miroir seul cette ouverture ne serait égale qu'à AOB.

SEPTIÈME OBJET.

Plaque à diffraction d'Abbe.

§ 30. IMAGES DE LA PLAQUE À DIFFRACTION OBTENUES AVEC DES ANGLES D'OUVERTURE VARIÉS.

L'angle d'ouverture est de grande importance sous un autre rapport encore que de la manière qui a été constatée à propos du sixième objet. Sans donner une explication complète de la chose, nous l'exposerons au moins expérimentalement.

Cette fois, il nous faut employer un objet que nous ne pouvons pas préparer nous-même, mais que l'on peut se procurer au prix de sept marcs à la fabrique de Carl Zeiss à Jena; c'est la plaque à diffraction d'Abbe. Elle consiste en un porte-objet sur lequel se trouvent trois objets, chacun sous un petit couvre-objet à part, et tous les trois formés d'une mince couche d'argent, dans laquelle on a tracé des figures transparentes en enlevant le métal par places.

Celui des trois qui est placé entre les deux autres suffit pour les observations que nous avons en vue. Regardant premièrement avec l'objectif D, nous verrons apparaître les parties transparentes comme un groupe de raies parallèles; la figure 14 de la Planche VI en représente une petite partie sous un fort grossissement, mais reproduisant en noir ce qui, dans l'image microscopique, est en clair.

Comme la figure l'indique, l'image nous montre un certain nombre de raies distantes les unes des autres d'environ cinq fois la largeur de chaque raie, et formant les seules parties transparentes d'une des moitiés de l'objet, laquelle nous nommerons *v*. Dans l'autre moitié, que nous nommerons *d*, entre les premières raies il s'en trouve d'autres de même largeur, de sorte qu'ici les traits foncés n'ont plus que le double de la largeur des traits clairs.

Ten einde nu goed te zien wat met behulp der diffractie-plaat kan worden aangetoond, maakt men het gemakkelijkst gebruik van objectief aa van Zeiss; nadat we dit hebben gebezigd, zullen we zien hoe ook objectief A kan worden aangewend.

We stellen dus met aa voor het streepstelsel in. We nemen dan waar, wat ook reeds met D werd gezien, alleen kleiner; de betrekkelijke breedte van lichte strepen en donkere banden is nog dezelfde, zooals door meting nader zou kunnen worden aangetoond. Men verzuime niet het object ook in een donkeren kamer bij kunstlicht te bezien, en zich hierbij er van te overtuigen, dat ook bij zeer zwakke verlichting nog hetzelfde wordt waargenomen.

We verminderen nu kunstmatig den openingshoek van het objectief. Het gemakkelijkst geschiedt dit, door tusschen tubus en objectief een hiertoe door Zeiss vervaardigd tusschenstuk te plaatsen, dat bestemd is om verschillende er bij geleverde diaphragma's op te nemen. Wij bezigen hier slechts die, welke in 't midden een enkele, kringvormig begrensde opening hebben.

Bij gebruik dier diaphragma's neemt men nu gemakkelijk waar, dat naarmate de openingshoek van het objectief wordt verkleind, in beide helften der structuur de lichte strepen breeder worden gezien ten koste van de donkere. Het nauwste der door Zeiss geleverde diaphragma's doet ons zelfs de lichte strepen zooveel breeder waarnemen, dat ze in het beeld van de helft *d* der structuur, waarin ze 't dichtst opeenstaan, tot een enkelen lichten band zijn samengevloeid, waarin dus de donkere tusschenruimten geheel ontbreken. Nader wordt dit toegelicht door Pl. V, fig 10—13, welke beelden van de behandelde structuur in de diffractie-plaat voorstellen, zooals deze bij achtereenvolgend gebruik van objectief aa met volle opening, en bij toepassing van drie diaphragma's met steeds kleinere opening zich voordoen. Ook hier zijn, evenals in fig. 14, de lichte deelen donker voorgesteld.

Misschien zou men geneigd zijn het niet zien van een deel der strepen bij gebruik van het nauwste diaphragma toe te schrijven aan de geringe lichtsterkte, die dan het beeld eigen

Pour bien voir ce qui peut se déduire au moyen de la plaque à diffraction, le plus facile est d'employer l'objectif aa de Zeiss; nous verrons, après en avoir fait usage, comment l'objectif A peut aussi s'utiliser.

Nous mettons donc au point, avec aa, pour le groupe de raies. Nous voyons alors, seulement plus petit, ce que nous a montré déjà l'objectif D; la largeur relative des raies claires et foncées est restée la même, ce que le mesurage démontrerait. On fera bien de répéter l'observation dans un appartement obscur, au moyen d'un éclairage artificiel, et l'on trouvera que, même avec un éclairage très faible, c'est toujours la même chose qu'on perçoit.

Maintenant diminuons artificiellement l'angle d'ouverture de l'objectif. Le plus aisé dans ce but est de placer entre le tube et l'objectif une pièce auxiliaire fabriquée par Zeiss pour recevoir des diaphragmes divers, fournis par le même constructeur. Nous n'emploierons ici que ceux au centre desquels se trouve une ouverture unique et circulaire.

L'interposition des ces diaphragmes permet d'observer facilement qu'à mesure que l'on rend plus petit l'angle d'ouverture de l'objectif, les raies claires s'élargissent dans les deux moitiès du groupe aux dépens des parties foncées. Le plus étroit des diaphragmes fournis par Zeiss fait même apparaître les raies claires tellement élargies que, dans la moitié *d* de l'image, où elles sont le plus rapprochées les unes des autres, elles se confondent et les intervalles obscurs disparaissent. Les figures 10—13 de la Planche V représentent des images de la plaque à diffraction obtenues, au moyen de l'objectif aa, d'abord avec l'ouverture complète de l'objectif, puis avec trois diaphragmes, à ouvertures successivement diminuées. Ici de nouveau, comme dans la figure 14, les parties claires de l'image sont représentées par les ombres du dessin.

On pourrait être tenté d'attribuer la disparition d'une partie des raies foncées, quand on emploie le diaphragme le plus étroit, au peu de lumière que l'image possède alors, quoique cela ne

is, ofschoon dit door de wijze waarop het beeld bij vermindering van de objectiefopening geleidelijk veranderde, niet waarschijnlijk kan worden genoemd. Van de onjuistheid dezer onderstelling overtuigt men zich echter gemakkelijk: 1° door bij geringe opening van een zeer sterke lichtbron (direct zonlicht bijv.) gebruik te maken, 2° door bij volle opening een zeer zwakke lichtbron te bezigen. Op de eerste manier kan de structuur, die bij geringer verlichting onzichtbaar was, niet waarneembaar worden gemaakt, terwijl bij de tweede handelwijze de structuur zichtbaar blijft, ook wanneer het beeld reeds minder lichtsterk is geworden, dan als bij gewone verlichting het nauwe diaphragma wordt gebezigd.

Wanneer men objectief aa en de er bij behoorende diaphragma's niet ter beschikking heeft, kan het beschrevene toch met een ander objectief van de sterkte van aa of A (vergrooting 50—100 maal) worden gezien met behulp van diaphragma's van carton, die op de bovenste lens van het objectief worden gelegd, en waarin men openingen van verschillende wijdte heeft gesneden.

§ 31. VERBAND TUSSCHEN OPENINGSHOEK EN VERGROOTEND VERMOGEN. OPLOSSEND VERMOGEN EN WETTEN DAAROMTRENT.

Denken we ons nu een aantal diffractie-platen met steeds fijner wordende structuur, bij welke dus de strepen steeds dichter opeen staan. Wanneer men, bij de grovere beginnende, deze achtereenvolgens met aa bezag, zou men er ten slotte een krijgen, waarbij in het er van ontworpen netvliesbeeld, althans van de helft d, de strepen niet meer voorhanden waren, ook niet, wanneer de volle opening van aa werd gebezigd. Werd dan dit objectief voor een ander met voldoend grooteren openingshhoek doch overigens van geheel denzelfden aard verwisseld, dan zouden de strepen in het door den microscoop ontworpen beeld weer wel optreden. Of ze ook zouden worden g e z i e n, is echter nog de vraag. De nu gebruikt gedachte diffractie-plaat is immers fijner dan de vorige, en het objectief heeft 't zelfde vergrootend vermogen als aa: de strepen in 't netvliesbeeld zouden dus dich-

soit pas rendue vraisemblable par la manière dont on a vu l'image se modifier graduellement à mesure que diminuait l'ouverture de l'objectif. En effet, cette supposition n'est pas conforme aux faits, ce dont on s'assurera 1° en employant une source puissante de lumière, par exemple la lumière solaire directe, avec une petite ouverture de l'objectif; 2° en employant un éclairage très faible avec l'ouverture complète. Par le premier procédé on ne peut pas rendre discernable la structure qui était invisible avec un éclairage plus faible, et par le second procédé la structure reste visible, même lorsque l'image est moins éclairée que ce n'est le cas si on emploie le diaphragme étroit avec un éclairage ordinaire.

Si l'on n'a pas à sa disposition l'objectif aa et les diaphragmes qui l'accompagnent, on peut observer pourtant ce que nous avons décrit avec quelque autre objectif de la puissance de aa ou de A (grossissant de 50 à 100 fois), avec l'aide de diaphragmes en carton, munis d'ouvertures de grandeurs diverses, que l'on place sur la lentille supérieure de l'objectif.

§ 31. RAPPORT ENTRE L'ANGLE D'OUVERTURE ET LE POUVOIR GROSSISSANT. POUVOIR RÉSOLVANT ET LOIS Y RELATIVES.

Supposons une série de plaques à diffraction dans chacune desquelles le dessin serait plus fin que dans la précédente, et où donc les raies se rapprocheraient davantage, de plaque en plaque, les unes des autres. En les faisant se succéder sous l'objectif aa, à commencer par la plus grossière, on finirait par arriver à une plaque dont l'image sur la rétine, de la moitié d du moins, n'aurait plus de raies, même en employant l'ouverture complète de l'objectif aa. Si alors on remplaçait cet objectif par un autre de la même espèce, mais avec un angle d'ouverture plus grand dans une mesure suffisante, les raies existeraient de nouveau dans l'image produite par le microscope. Autre chose cependant est de savoir si on les verrait. En effet, la plaque que nous supposons en observation est plus fine que les précédentes, tandis que l'objectif a le même pouvoir grossissant

ter opeen liggen, dan in vroegere beelden het geval was. En wanneer op elkaar volgende lichte en donkere strepen in een netvliesbeeld niet zóó ver uiteen liggen, dat voor ieder er van afzonderlijke waarnemende elementen beschikbaar zijn, zullen de strepen ook niet afzonderlijk worden onderscheiden. Ten einde veel fijnere diffractie-platen ook goed te zien, zou men dus een objectief behoeven, dat niet alleen een grootere opening, doch ook een sterker vergrootend vermogen bezat.

Niets verhindert voort te gaan met steeds fijner diffractie-platen ons te denken. Ten slotte zou dan een opening dicht bij 180° onvoldoende zijn om de voorhanden gedachte strepen af te beelden. De structuur van deze diffractie-plaat en van alle nog fijnere, zou door geen microscoop [1]) zichtbaar kunnen worden gemaakt.

Wat we hier afleidden uit het met de diffractie-plaat waargenomene, geldt niet uitsluitend voor dit en dergelijke objecten, doch algemeen, en kan als volgt worden samengevat:

Ten einde een bepaalde structuur juist af te beelden, mag in het optische stelsel van den microscoop de openingshoek niet beneden zeker minimum dalen; de kleinste nog bruikbare openingshoek is grooter, naarmate de structuur die er mede moet worden afgebeeld, fijner is. Zal het in 't beeld voorhandene ook zichtbaar zijn, dan mag het vergrootend vermogen van het optische stelsel niet beneden zekere waarde blijven, een grenswaarde die toeneemt met den openingshoek; bij objectieven vindt men daarom ook steeds aan een grooteren openingshoek een sterkere vergrootende kracht gepaard. Aan het vermogen om fijne bijzonderheden te onderscheiden, het zoogenaamde **oplossend vermogen** van microscoop-stelsels wordt het eerst een grens gesteld, niet doordien de vergrooting niet sterk ge-

1) Hierbij moet alleen worden in aanmerking genomen dat een zelfde openingshoek bij een gewoon objectief minder waarde heeft dan bij een weldra nader te bespreken immersie-stelsel, zoodat door immersie-systemen nog zichtbaar kan worden gemaakt, wat met de sterkste droog-systemen niet kan worden waargenomen. Ook bij een immersie-stelsel echter wordt spoedig aan 't waarneembare een grens gesteld, doordien ook bij deze de openingshoek niet onbeperkt grooter kan worden genomen.

que aa; donc les raies sont plus rapprochées les unes des autres dans l'image de la rétine que ce n'était le cas dans les images qui ont précédé: or, si, sur la rétine, il y a une succession de raies claires et foncées trop peu éloignées les unes des autres pour qu'il y ait pour chacune d'elles des éléments impressionnables speciaux, ces raies ne pourront pas être discernées séparément. Par conséquent, pour bien voir des plaques à diffraction très fines, il faudrait un objectif possédant, non pas seulement un angle d'ouverture, mais aussi un pouvoir grossissant plus grand que pour les plaques plus grossières.

Rien n'empêche d'imaginer le dessin des plaques aussi fin qu'on le voudra. On arrivera ainsi à un rapprochement des raies tel qu'un angle d'ouverture de 180° serait insuffisant à en produire l'image. Il n'y aurait pas de microscope capable de faire voir un dessin de cette finesse ou plus fin encore [1]).

Ce que nous avons déduit ici des observations faites au moyen de la plaque à diffraction ne s'applique pas seulement à cet objet et à d'autres analogues, mais au contraire a une portée générale. Nous le résumerons comme suit.

Pour obtenir l'image exacte d'une structure donnée, on doit ne pas faire descendre au-dessous d'un certain minimum l'angle d'ouverture du système optique employé; plus la structure est fine, plus l'angle minimum est ouvert. Pour que ce qui existe dans l'image puisse être vu par l'observateur, il faut que le microscope ait un pouvoir grossissant, dont le minimum s'élève avec l'angle d'ouverture; c'est pourquoi on fabrique les objectifs de telle sorte que ceux qui ont le plus grand angle d'ouverture aient aussi le plus grand pouvoir grossissant. Le pouvoir de faire discerner de très petits détails, ce qu'on appelle le **pouvoir résolvant** d'un système microscopique, n'atteint pas sa limite parce que l'on en serait venu à

---

1) Ici il faut seulement tenir compte de ce qu'un angle d'ouverture donné est moins effectif avec un objectif ordinaire qu'avec un système à immersion dont nous parlerons bientôt, de sorte qu'un système à immersion peut encore rendre visible ce qui est invisible avec les systèmes à sec. Du reste, même avec les systèmes à immersion, on atteint promptement les limites du discernable, l'angle d'ouverture n'étant pas susceptible d'un agrandissement infini.

noeg kan worden gemaakt, maar omdat de openingshoek binnen 180° beperkt blijft. Bij een vergrooting van omstreeks 1000 maal wordt alles wat in microscoop-beelden voorhanden kan zijn, voldoende op 't netvlies uitgespreid, om goed zichtbaar te wezen [1]).

§ 32. BEELDEN VAN AFZONDERLIJKE KLEINE LICHAAMPJES.

Dat de lichtstrepen in de helft *d* der diffractie-plaat ophouden afzonderlijk zichtbaar te zijn bij gebruik van het nauwste diaphragma, is niet een gevolg van het geheel verdwijnen van het beeld van het object, doch van het ineenvloeien der afzonderlijke strepen. Was in de diffractie-plaat slechts één lichtstreep voorhanden geweest, dan zou men deze, ook bij gebruik van 't nauwste diaphragma zijn blijven waarnemen.

Afzonderlijke zeer kleine objecten, als bacteriën, trilharen, kunnen steeds worden afgebeeld, hoe gering de afmetingen ook zijn. Of ze ook worden gezien, is in de eerste plaats afhankelijk van andere invloeden, bijv. of 't netvlies wel gevoelig genoeg is om de geringe lichtschakeeringen, die het beeld vormen, waar te nemen. De bovengenoemde wetten voor de beeldvorming blijven echter ook hier gelden: beneden zekere mate van kleinheid worden al dergelijke fijne objecten, als ze worden gezien, grooter waargenomen dan ze zijn.

§ 33. BETEEKENIS VAN AFGEBOGEN LICHT VOOR DEN AARD DER BEELDEN. IMMERSIE-STELSELS.

De verklaring der belangrijke boven behandelde wetten omtrent de beeldvorming kan hier niet worden gegeven. Slechts

---

1) Deze grens geldt voor optische stelsels van glas, zooals deze tegenwoordig worden vervaardigd. Mogelijk is 't, dat eenmaal andere grondstof voor de vervaardiging der lenzen zal kunnen worden gebruikt, en dat hierdoor de kleinste waarneembare bijzonderheden fijner zullen zijn, en dus ook 't vereischte vergrootend vermogen hooger zal wezen. Pogingen in deze richting zijn zelfs al in 't werk gesteld.

ne plus pouvoir augmenter le grossissement, mais parce que l'angle d'ouverture ne peut pas dépasser 180°. Un grossissement d'environ mille fois étale suffisamment sur la rétine tout ce qui peut exister dans les images microscopiques pour le rendre encore bien discernable [1]).

§ 32. IMAGES DE CORPUSCULES ISOLÉS.

Le fait que dans la moitié *d* de la plaque à diffraction les raies claires cessent d'être vues séparément les unes des autres quand on emploie le diaphragme le plus étroit, ne vient pas de ce que l'image de l'objet disparaît complètement, mais de ce que les traits clairs se confondent ensemble. S'il n'y avait eu qu'une seule raie claire dans la plaque, elle serait restée observable même avec le diaphragme le plus étroit.

De très petits objets, bactéries, cils vibratiles, quelque minimes qu'en soient les dimensions, peuvent donner des images. Quant à savoir si on pourra les observer, cela dépend d'autres conditions, par exemple de la sensibilité de la rétine pour percevoir les faibles différences de lumière qui forment l'image. Cependant les lois pour la formation des images formulées plus haut restent ici en vigueur: en dessous d'une certaine limite de grandeur, tous les très petits objets sont vus plus grands qu'ils ne sont, dans le cas où on les voit.

§ 33. INFLUENCE DE LA LUMIÈRE DÉVIÉE SUR LA NATURE DES IMAGES. SYSTÈMES À IMMERSION.

Nous ne pouvons pas donner ici l'explication des importantes lois de formation des images dont il vient d'être question.

---

1) C'est la limite des instruments d'optique à lentilles de verre telles qu'on les fabrique actuellement. Il n'est pas impossible cependant que l'on parvienne une fois à faire les lentilles avec quelque autre substance, qui permettra de discerner des détails plus petits que les plus fins maintenant observables, de sorte qu'aussi le pouvoir grossissant nécessaire deviendra plus considérable. On a déjà fait des tentatives dans ce sens.

wenschen we, ook met 't oog op nog een practische gevolgtrekking de richting aan te wijzen, waarin ze kan worden gezocht. Zij AB (Pl. VI, fig. 15) objectglas, CD dekglas, EF frontlens van den microscoop, G een bijv. in glycerine of canadabalsem zich bevindende plaats van het instellingsvlak. Wanneer nu in G zich een kleine doorzichtige structuur van het object bevindt, die op de aangegeven wijze door een lichtkegel wordt getroffen, dan zal het licht zich niet eenvoudig binnen het verlengde der vroegere grenzen voortzetten: ook zijdelings van den *directen* bundel HGI zullen één of meer zoog. *afgebogen* bundels, bijv. één volgens KGL optreden.

Het beeld van een structuur stemt echter slechts dan met de structuur zelf overeen, wanneer niet alleen de directe bundels, maar ook het daarbij behoorende afgebogen licht, voor zoover 't van waarneembare sterkte is, in het optische stelsel overgaat, en tot de beeldvorming bijdraagt. Wanneer de microscoop voor de diffractie-plaat is ingesteld, en men neemt 't oculair weg, dan kan men in den tubus ziende het directe en het afgebogen licht gescheiden waarnemen, althans wanneer de gebezigde lichtbron niet te breed is. Bij gebruik der diaphragma's vindt men dan op deze wijze gemakkelijk het genoemde verband tusschen den aard van het beeld en de mate van opneming der afgebogen lichtbundels bevestigd.

Bij grovere structuren wijkt het afgebogen licht slechts weinig van het directe af, zoodat zij met stelsels van geringe opening afgebeeld kunnen worden. Naarmate de structuur echter fijner is, zijn stelsels met grooter opening noodzakelijk. Daar het afgebogen licht steeds verder afwijkt, naarmate de structuur fijner is, is 't begrijpelijk dat het ten slotte niet eens meer optreedt. Van den dan bereikten graad van fijnheid af kunnen structuren door geen microscoop meer worden waargenomen.

Zeer fijne structuren geven sterk afgebogen bundels, zagen we. Wanneer zich tusschen dekglas en objectief lucht bevindt,

Nous désirons seulement indiquer dans quelle direction il faudrait la chercher, d'autant plus en vue d'une conséquence que nous voulons en tirer.

Soient AB (Pl. VI, fig. 15) le porte-objet, CD le couvre-objet, EF la lentille frontale du microscope, et G un endroit dans le plan de mise au point qui se trouve, par exemple, dans de la glycérine ou dans du beaume de Canada. Or, s'il se trouve en G une petite structure transparente de l'objet, frappée de la manière qui a été indiquée par un cône lumineux, la lumière ne se propagera pas simplement dans le prolongement des limites primitives; mais, au contraire, à côté du faisceau *direct* HGI, il y aura un ou plusieurs faisceaux *déviés*, par exemple un suivant KGL.

Cependant l'image d'une structure n'est conforme à celle-ci qu'à la condition que, non seulement les faisceaux directs, mais aussi la lumière déviée qui en dépend, pour autant qu'elle a une intensité qui la rende descernable, passent dans l'appareil d'optique et contribuent à former l'image. Quand on a mis au point pour la plaque à diffraction, on peut, en enlevant l'oculaire et en regardant alors par le tube, voir distinctement l'une de l'autre la lumière directe et la lumière déviée, pourvu que la source de lumière que l'on emploie ne soit pas trop large. Il n'y a plus alors qu'à faire usage des diaphagmes pour voir aisément se confirmer le rapport que nous avons constaté entre la nature de l'image et la mesure dans laquelle les faisceaux de lumière déviée sont recueillis.

Dans les structures plus grossières la lumière déviée s'écarte peu de la lumière directe, de sorte qu'on en peut obtenir l'image avec des instruments dont l'angle d'ouverture est relativement petit. Plus la structure est fine, plus l'instrument doit avoir un grand angle d'ouverture. La lumière déviée s'écartant de plus en plus de la directe à mesure que le dessin est plus fin, il vient un moment où elle cesse de se former. Passé ce degré de finesse, aucun dessin n'est plus observable au microscope.

Nous avons vu que des structures très fins donnent des faisceaux lumineux fortement déviés. S'il y a de l'air entre le

kunnen deze aan de bovenvlakte van het dekglas totaal worden teruggekaatst, of althans zoo worden afgebogen, dat ze het objectief niet meer bereiken. De sterkste objectieven worden daarom, afgezien van nog andere redenen, zóó vervaardigd, dat bij gebruik er van de frontlens door een druppel vocht, als water of olie, met het dekglaasje verbonden moet zijn. Hierdoor wordt verlies van uiterste lichtbundels veel voorkomen, en kan bij dergelijke **immersie-stelsels** een grooter oplossend vermogen dan bij **droog-systemen** worden verkregen. Het hoogste in deze richting wordt bereikt, wanneer, zooals met sommige olieën het geval is, het immersie-vocht zeer na in brekend vermogen met dekplaatje en frontlens overstemt. Men spreekt dan van **homogene-immersie**.

---

couvre-objet et l'objectif, ces faisceaux peuvent être totalement réfléchis à la surface supérieure du couvre-objet, ou du moins déviés au point de ne plus parvenir à l'objectif. C'est pour cela, d'autres motifs à part, que l'on construit les objectifs les plus puissants de telle manière que durant l'emploi la lentille frontale doit être reliée au couvre-objet au moyen d'une goutte de liquide, par exemple d'eau ou d'huile. On prévient ainsi dans une grande mesure la perte des faisceaux de lumière extrêmes, de sorte que ces **systèmes à immersion** permettent d'atteindre à un plus grand pouvoir résolvant que les **systèmes à sec**. Les résultats les plus intenses s'obtiennent lorsque, comme c'est le cas de certaines huiles, la réfraction du liquide d'immersion diffère aussi peu que possible de celle du porte-objet et de la lentille frontale. On appelle cela **l'immersion homogène.**

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

Uitgaven op het gebied van Plantkunde en Tuinbouw

DER

Firma E. J. BRILL te Leiden.

(Augustus 1890.)

Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Publ. par R. A. C. C. SCHEFFER. Batavia 1876. 8vo. *toile*. *f* 15.75

Même ouvrage. Publ. par. MELCHIOR TREUB. 8vo vol. II—IX. (1881—1890). *L'Année* . . . . . *f* 12.—

Beins, C. A. G., Practische handleiding ter bevordering der beredeneerde snoeiwijze tot het kweeken van gezonde en vruchtbare ooftboomen. 1875. (VIII. 64 en 4 platen). 8vo. . . . . *f* 1.25

Bryologia Javanica seu descriptio muscorum frondosorum Archipelagi Indici iconibus illustrata auctoribus F. DOZY et J. H. MOLKENBOER post mortem auctorum edentibus R. B. VAN DEN BOSCH et C. M. VAN DER SANDE LACOSTE. 2 vol. gr. in 4to. (cum CCCXX tab.) 1855—1870. (108.—). . . . . *f* 60.—

Dozy, F., et **J. H. Molkenboer**, Musci frondosi inediti Archipelagi Indici sive descriptio et adumbratio muscorum frondosorum ex insulis Java, Borneo, Sumatra, Celebes, Amboina nec non in Japonica nuper detectorum minusve cognitorum. 1854. (cum XL tab.) 4to. (*f* 40.60) . . *f* 20.—

Hall, H. van, Observationes de Zingiberaceis. 1858. (VI. 54 et 2 tab. lith.) 4⁰ . . . . . *f* 2.—

Hoffmann, J. J., et **H. Schultes**, Noms indigènes d'un choix de plantes du Japon et de la Chine, déterminés d'après les échantillons de l'herbier des Pays-Bas à Leide. Nouvelle édition augmentée avec traduction hollandaise. 1864. 8vo . . . . . *f* 4.—

Krelage, J. H., De bol- en knolgewassen op de internationale tuinbouwtentoonstelling te Gent. 1878. (42.) kl. 8vo. *f* —.40

Kruse, C. A. J., De wijnstok in onze tuinen. Praktische en bevattelijke wenken ter verpleging van den wijnstok. Vrij naar het Hoogd. door K. J. W. OTTOLANDER. 1877. (72. 3 pl.) kl. 8vo. . . . . *f* 0.90

Ottolander, T., Het enten van vruchtboomen en heesters. 1881. (VIII 196 en 25 pl.) gr. 8vo. . . . . *f* 5.40

Miquel, F. A. W., Het tegenwoordige standpunt der plantenkunde en haar verband met andere Wetenschappen. 1859. (37.) 8vo. . . . . *f* 0.60

—— Flora van Nederlandsch Indië. 3 dln. 4 stn. Met bijvoegsel: Sumatra. 1860—62. 8vo. Dl. I. 1 (I—XXIV, 1146. portr. en 14 pl.) Dl. I. 2 (I—XII. 704 en pl. 15—30). Dl. II (X. 1104. pl. 31—36 en landschapspl.) Dl. III (X. 773. tabel. pl. 37—41. 2 krtn. en landschapspl. en Bijvoegsel (XXIV. 656 en 4 pl.) . . . . . *f* 59.25

—— Sumatra, zijne planteuwereld en hare voortbrengselen. 1862. (XXIV. 656 en 4 pl.). 8vo. . . . . *f* 8.75

—— Sumatra, seine Pflanzenwelt und deren Erzeugnisse. 1862. Deutsche Ausgabe. (XXIV, 656. 4 Taf.) 8vo. *f* 8.75

—— Prodromus systematis Cycadearum. 1861. (IV. 36.) 4to . . . . . *f* 0.90

—— Journal de botanique Néerlandaise. Publ. par. F. A. W. Miquel. Année 1861. (seul parue). (II. 384 et 3 pl.) 8vo. . . . . *f* 8.—

—— Prolusio florae Japonicae. 1866—67. (VIII. 392 et 2 tab.) fol. . . . . *f* 25.—

—— Illustrations de la flore de l'Archipel Indien. 1870—71. Livr. 1—3 (144 et 37 pl.) gr. 4to. . . . . *f* 15.—

Petzold, C. J., De roos, hare geschiedenis, verbreiding, kultuur, vermenigvuldiging en vervroeging. Naar het Hoogduitsch door H. Witte, 1877. 8vo. . . . . *f* 1.40

Reinwardt, C. G. C., Plantae Indiae Batavae orientalis quas, in itinere per insulas Archipelagi Indici Javam, Amboinam, Celebem, Ternatam aliasque, annis 1815—1821 exploravit, digessit et illustravit W. H. de Vriese, Fasc. I et II. 1856—57. (cum 6 Tab). 4to. . . . . *f* 16.

Treub, M., Le méristème primitif de la racine dans les Monocotylédones. Avec préface par W. F. R. Suringar. 1876. (VIII. 72. 8 pl. pl. lith.) gr. 4to. . . . . *f* 6.

—— Recherches sur les organes de la végétation du Selaginella Martensi, *Spring*. 1877. (II. 26. 5 pl. lith.) gr. 4to. . . . . *f* 3.50

Vriese, W. H. de, Mémoire sur le camphrier de Sumatra et de Bornéo. gr. 4to. . . . . *f* 3.—

Witte, H., Handleiding tot het kweeken van planten voor den Handwerkstand, &c. Herziene en gewijzigde uitgave. . . . . *f* .25

Fig.1.

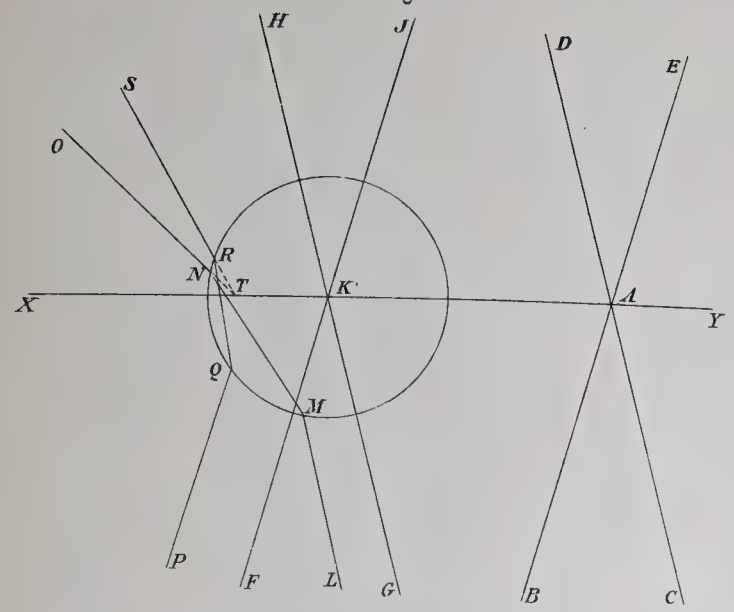

Fig.2.

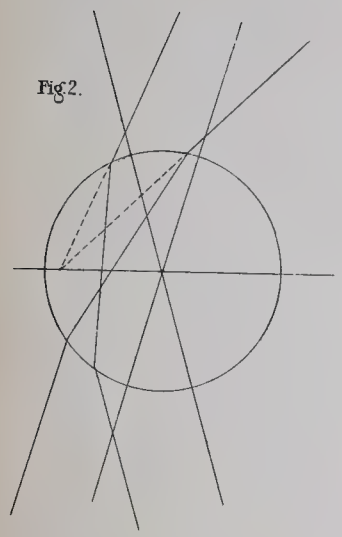

Fig.3.

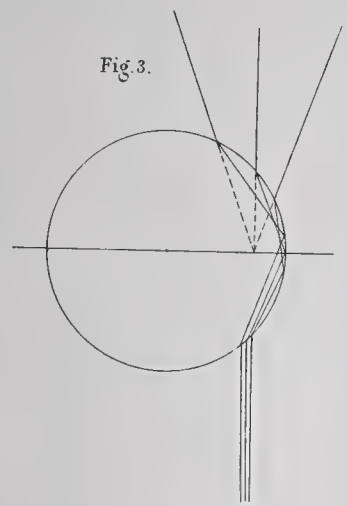

Fig. 14.

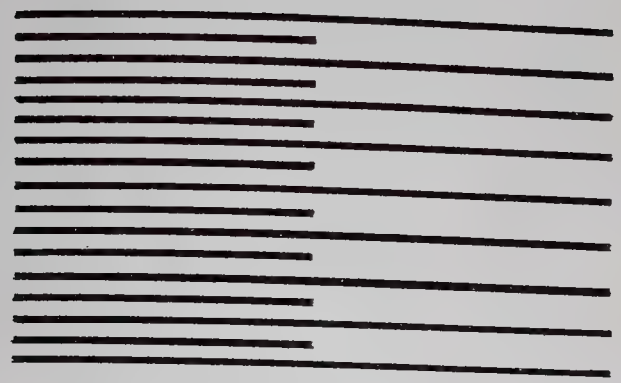

Fig. 15.

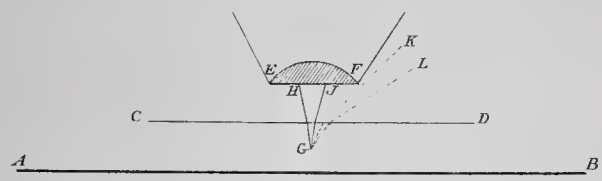

Fig. 10.

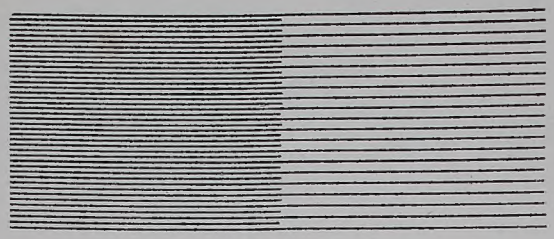

Fig. 11.

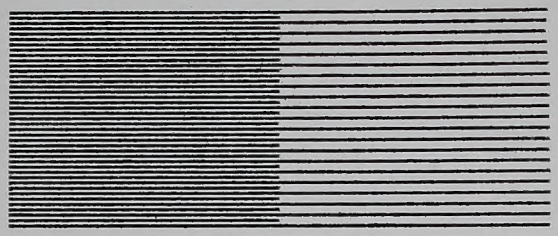

Fig. 12

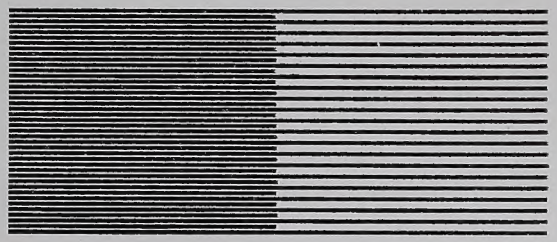

Fig. 13.

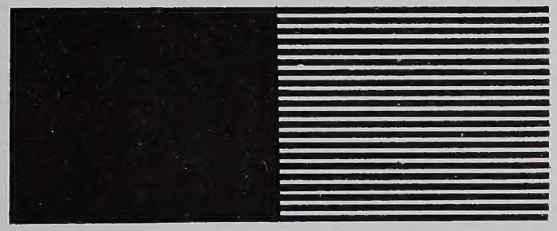

Fig. 4.

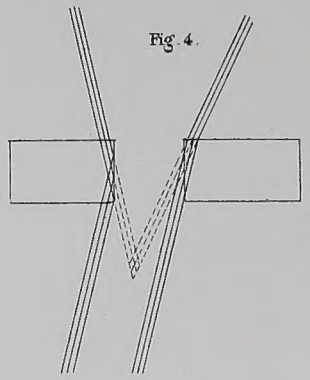

Fig. 5.

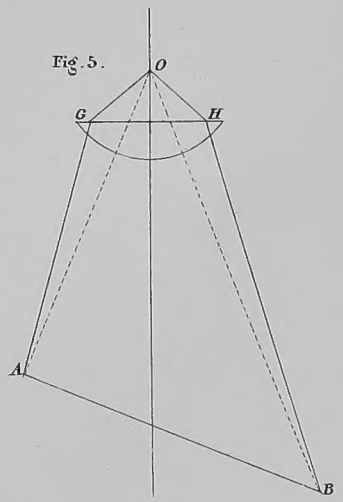

Fig. 6.

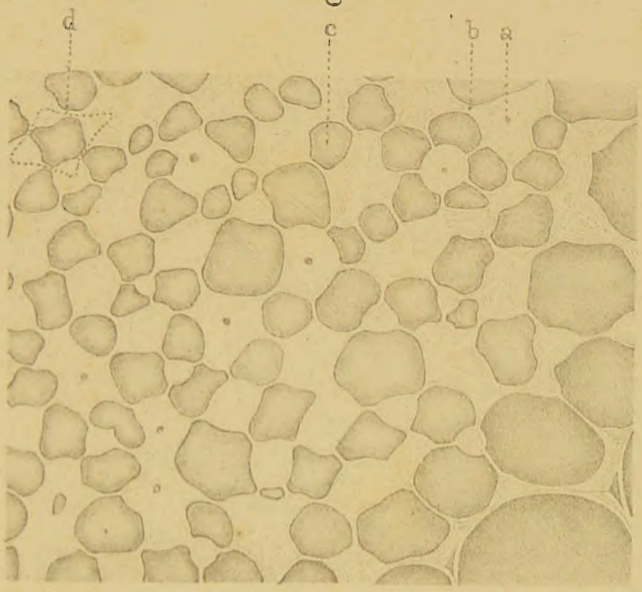

Fig. 7.

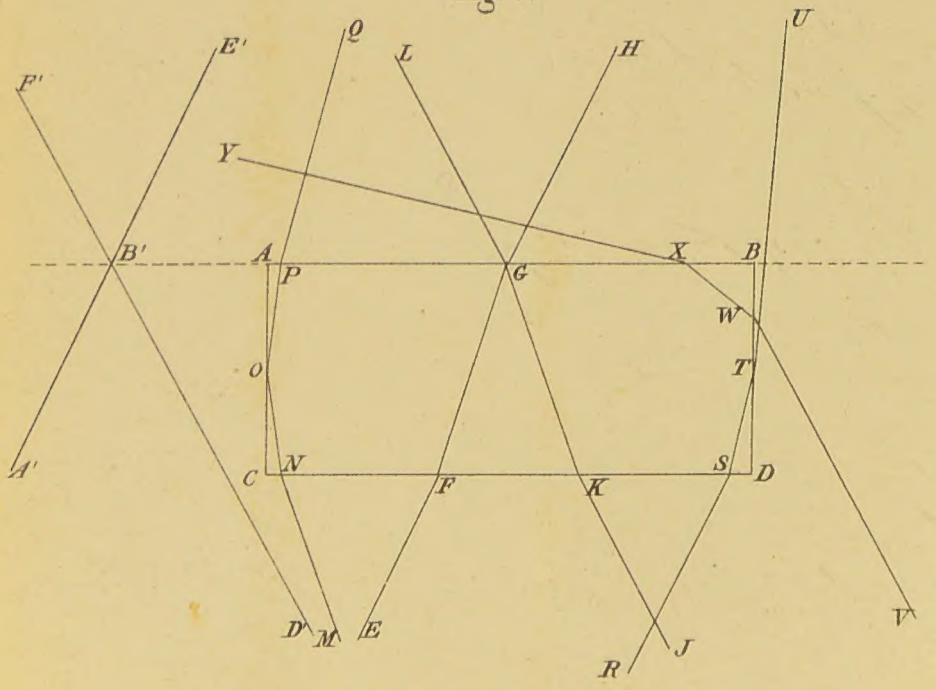

Fig.6.

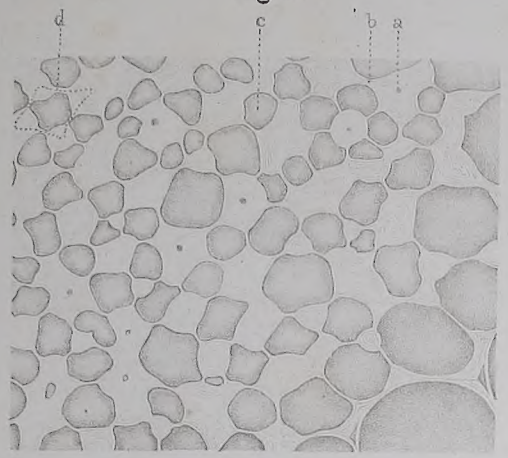

Fig. 7.

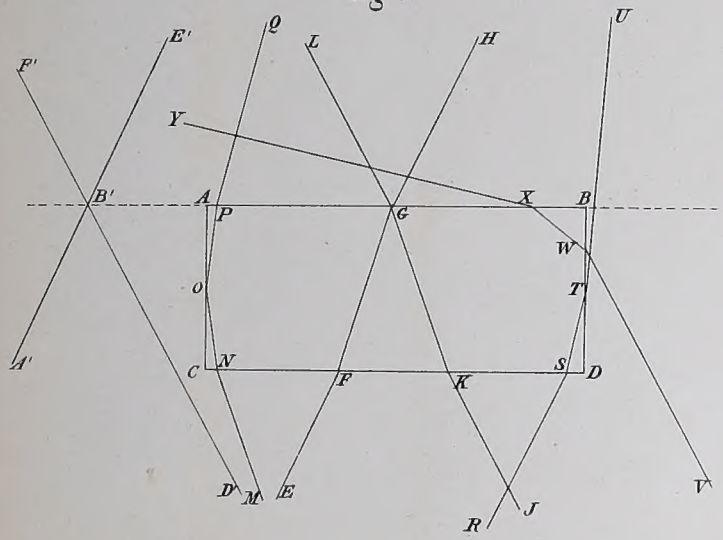

Fig.8.

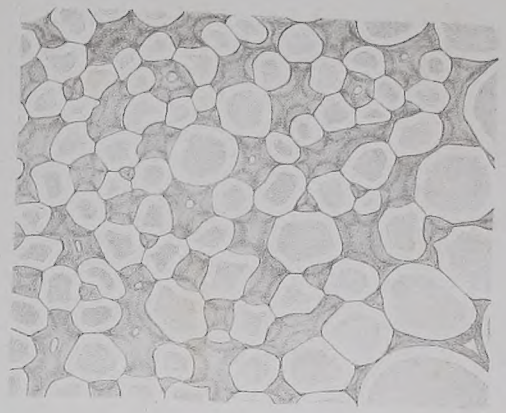
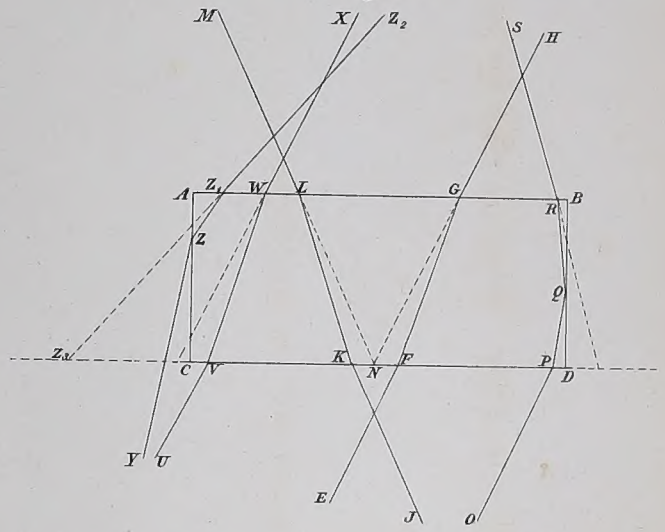
Fig.9.